Nr 11. Warszawa, 3 listopada 1926 r. Rok IV.

TECHNIKA CIEPLNA

ORGAN STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE.

Redaktor: Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**

Wydawca: **Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Polsce.**

Prof. STEFAN BIEDRZYCKI.

BADANIA ROLNICZYCH LOKOMOBIL PAROWYCH.

Jeśli wogóle można powiedzieć, że każde przedsiębiorstwo przemysłowe jest organizmem skomplikowanym, zmuszającym kierownika do zapoznawania się z różnemi specjalnościami, to o rolnictwie trzeba twierdzić, że w tym względzie trzyma ono prym przed innemi przedsiębiorstwami, gdyż łączy w sobie cały szereg działów, wymagających zupełnie odmiennych umiejętności i przygotowania; a jeśli dotychczas spotyka się dosyć często na czele gospodarstw rolnych ludzi bynajmniej nie odpowiadających tym kardynalnym wymaganiom, to jest to tylko dowodem, że te gospodarstwa dotychczas nie stanęły na poziomie nowoczesnych gospodarstw przemysłowych i że o prawidłowej ich organizacji nie może być mowy; w logicznej konsekwencji powinno to prowadzić nas jedynie do wniosku o konieczności zreorganizowania takich gospodarstw jeśli nie w myśl interesu jednostek—właścicieli tych majątków, to choćby w myśl interesów ogółu, odczuwającego bezpośrednio wysokie koszty produkcji artykułów spożywczych. Ale z wielostronności gospodarstwa rolnego wynikają trudności ich reorganizacji—a do zagadnienia reorganizacyjnego można w całości zastosować znaną powszechnie w dydaktyce analogję prawa minimum, twierdzącego, że we wszystkich tych wypadkach, kiedy wynik ostateczny jest zależny od szeregu czynnników, poziom tego wyniku zależy każdorazowo od tego czynnika, który w danej chwili znajduje się w minimum; zazwyczaj w dydaktyce prawo to przedstawia się pod postacią beczki, złożonej z klepek nierównej wysokości, do której wskutek tego można nalać płynu jedynie do poziomu klepki najniższej.

Z analogji tej jasno wynika wniosek, że nie wystarcza, stwierdziwszy nierówną wysokość klepek, przystępować do systematycznego nadsztukowywania ich kolejno jedna za drugą, lecz, że każdorazowo trzeba określić, która z klepek jest w danej chwili najniższa, poczem należy ją nadsztukować, ale nie odrazu do najwyższego poziomu idealnego, lecz stopniowo do takiego poziomu, ażeby powracać do jej nadsztukowywania trzeba było dopiero po jakimś czasie, kiedy zdążymy już poprawić szereg innych czynników.

To też główne zadanie reorganizatora w gospodarstwie rolnem — a reorganizatorem takim musi być każdy administrator, gdyż nasze gospodarstwa rolne są jeszcze bardzo dalekie od ideału — polegać musi przedewszystkiem na wyszukiwaniu tych czynników, znajdujących się w minimum, od których w danej chwili zależy dochód całego gospodarstwa, a dopiero potem można i należy przystępować do „nadsztukowywania następnej, zbytnio niskiej klepki". I stwierdzić trzeba, że o ile poprawianie zauważonych i stwierdzonych wad zazwyczaj nie przedstawia poważniejszych trudności (poza finansowemi), o tyle wyszukanie owego czynnika, w danej chwili minimalnego, jest rzeczą najtrudniejszą, a jednocześnie najbardziej istotną w całym kunszcie administracyjnym.

Jak zaradzić tym trudnościom? Jaką drogą powinien postępować nowoczesny administrator, jeśli nie będzie on chciał angażować pieniędzy w zbędne w danej chwili nadmierne „podwyższanie klepek" a jednocześnie będzie musiał ciągle szukać klepek najniższych?

Jedna jest tylko po temu droga! Musi on stale „trzymać rękę na pulsie gospodarstwa" i stale orjentować się, w jakich szczegółach wyniki ostateczne są na poziomie jeśli nie idealnym, to chociażby tylko znośnym, a w jakich stoją o tyle nisko, iż wymagają bliższego zbadania przyczyn.

I tu występuje na jaw rola różnych „specjalistów" w dziedzinie reorganizacji postępowej rolnictwa; o normalnym i idealnym poziomie urodzajów polowych pouczają rolnika stacje doświadczalne; o normalnych wynikach hodowli mówią mu związki hodowlane lub kontroli obór; o ogólnych wynikach kasowych pouczają biura rachunkowości rolniczej i t. d. Jeden tylko dział dotychczas był pozostawiony odłogiem, a mianowicie dział maszyn rolniczych, które w gospodarstwach nowoczesnych pochłaniają coraz większe ilości pieniędzy, a pomimo to dotychczas są obsługiwane jak za czasów przysłowiowego „króla Ćwieczka".

To też z wielkiem uznaniem należy przyjąć inicjatywę Warszawskiego Stowarzyszenia Dozoru Kotłów Parowych, który zainicjował badania choćby w tej dziedzinie, z którą bezpośrednio styka się Stowarzyszenie, a mianowicie w dziedzinie młocki parowej. Wyniki badań, przeprowadzonych przez autora nin. artykułu, przy czynnym udziale inżynierów Stowarzyszenia były pokrótce zreferowane w sprawozdaniu Stowarzyszenia za rok 1925, jednak dla braku miejsca wnioski były podane tam jedynie ogólnikowo i dlatego celowem wydaje mi się powtórzenie na łamach „Techniki Cieplnej“ tych badań, ażeby bardziej drobiazgowo wskazać, gdzie w poszczególnych wypadkach szukać należy przyczyny złego.

Pierwszem i zasadniczem zagadnieniem podczas badań było oznaczyć wskaźnik technicznej sprawności zespołu młocarnianego. Jeśli technik specjalista wprost z obserwacji pracy maszyn będzie mógł powiedzieć, gdzie obsługa pozostawia dużo do życzenia, to rolnik-administrator, nie posiadający zazwyczaj głębszego wykształcenia technicznego, będzie potrzebował takiego wskaźnika, jakim w dziedzinie higjeny jest termometr, ażeby, otrzymawszy tą drogą „alarm“, oderwać się od innych robót i osobiście starać się znaleźć przyczynę złej młocki, lub też zdecydować się na wezwanie specjalisty, jeśli „zło“ przekracza granice technicznych wiadomości administratora. Zgóry trzeba się było przygotować do tego, że wskaźnik ten tak samo nie wskaże istoty złego, jak termometr nie stawia djagnozy choroby, jednak pomimo to trzeba było znaleźć ów „dzwonek alarmowy“, któryby przywoływał administratora w chwilach istotnej potrzeby. Rozpatrując całokształt pracy administratora mogłem stwierdzić, że prawie w każdem gospodarstwie otrzymuje on co wieczór przy raporcie dwie liczby, odnoszące się do młocki, a mianowicie: ilość omłóconego w ciągu dnia ziarna, przyjętego do spichrza, oraz ilość węgla, wydanego z magazynu dla lokomobili. Czy stosunek tych dwóch liczb nie mógłby dać niejakich wskazówek o sprawności młocki?

A priori możnaby na pytanie to odpowiedzieć negatywnie i przytoczyć nato cały szereg dowodów. A jednak praktyka stwierdza coś wręcz odmiennego i dowodzi, że pomimo olbrzymich wahań warunków młocki, stosunek spalonego w lokomobili węgla do omłóconego przez młocarnię ziarna waha się w stosunkowo dość nieznacznych granicach; twierdzenie to można uzasadnić wyciągami z zapisek gospodarczych wszędzie, gdzie zapiski takie są prowadzone prawidłowo i systematycznie, przyczem różnica pomiędzy poszczególnemi źródłami tych danych sprowadza się jedynie do wysokości tego stosunku; o ile źródła południowo niemieckie podają dla żyta i pszenicy 2,5 do 3 kg węgla na q ziarna, co stanowi 2,5 do 3% wagi węgla od wagi ziarna, to źródła południowo-rosyjskie wskazują 1,5 do 2%, a źródła polskie 3 do 6%. Nie zaprzeczając możliwości nawet takich znacznych wahań pomiędzy poszczególnemi krajami, trzeba było przedewszystkiem wyciągnąć stąd wniosek o konieczności bardziej dokładnego zbadania całej tej sprawy w celu określenia liczb, któreby mogły posłużyć za wzorce sprawności normalnej i idealnej.

Podkreślam wyraźnie, że, mówiąc o wzorcach, odróżniam wzorzec idealny od normalnego; w zastosowaniu do młocki parowej wzorzec idealny będzie tą liczbą, jaką otrzymać można na zespole zupełnie nowym, przy obsłudze technicznej zupełnie prawidłowej i przy wzorowej i sharmonizowanej pracy zespołu robotników, jednak zgóry trzeba być przygotowanym na to, że w codziennej pracy taki ideał prawie nigdy nie da się osiągnąć, przynajmniej na stałe, i że dlatego trzeba mówić o pewnym wzorcu normalnym, któryby uwzględniał te zwykłe warunki gospodarcze, z jakiemi w praktyce zawsze liczyć się trzeba. Jeśli powrócić do przytoczonego powyżej obrazowego przedstawienia prawa minimum pod postacią beczki, to wzorem idealnym byłaby ta wysokość klepek, do której należałoby podnieść z czasem wszystkie klepki, ażeby otrzymać maximum pojemności; normalnym zaś wzorcem byłaby tylko ta wysokość, do jakiej na razie możnaby podnieść klepki najniższe, zanim ogólny poziom gospodarczy pozwoli nam przystąpić do podwyższania klepek pozostałych.

W zastosowaniu do planowych badań zagadnienie ustalenia dwóch wzorców sprowadza się do określenia stosunku węgla do ziarna w garniturach zupełnie nowych, obsługiwanych przez monterów fabrycznych, oraz do zbadania całego szeregu „zwykłych“ garniturów młocarnianych, ażeby określić najczęściej spotykane błędy kardynalne, łatwe do usunięcia przez zwykłe zarządzenia administracyjne, oraz stwierdzić, jakie zużycie węgla w stosunku do omłóconego ziarna można osiągnąć w zwykłych warunkach gospodarczych bez uciekania się do jakichś nadzwyczajnych zarządzeń lub też nadzwyczajnych kosztów. O ile wzorzec pierwszy powinien stanowić ten cel, którego osiągnięcie winno być rzeczą ambicji gospodarstw, chcących uchodzić za wzorowe, o tyle wzorzec drugi powinien być tym poziomem, poniżej którego nie powinno schodzić żadne gospodarstwo, nie narażając się na miano zaniedbanego.

Załączone w tabl. (por. str. 133—134) wyniki odnoszą się do poszukiwań tego wzorca drugiego—„przeciętnego“; nie wszystkie dane, zawarte w tablicy, w jednakowym stopniu służą do zorjentowania się w technicznej sprawności samej młocki; być może, że niektóre z nich są dla tego utylitarnego celu zbędne, zato powiedzieć można, że brak tam innych liczb, któreby wyświetlić mogły niejednokrotnie istotną przyczynę nadmiernego zużycia węgla. Do przyczyn takich zaliczyć przedewszystkiem trzeba nienależyte wyzyskanie młocarni; jeśli zwrócimy uwagę na rubrykę 41, z której wynika, że opory jałowe zespołu stanowią połowę (albo i znacznie więcej) całego obciążenia roboczego, to zrozumiemy, że każdy moment, w którym pod bęben młocarni nie jest podawana dostateczna ilość zboża, a tem bardziej każda przerwa w podawaniu muszą odbijać się dobitnie na stosunku węgla do słomy; niestety nie sposób uchwycić liczbowo tych defektów i o sprawności podawania można sądzić jedynie z zestawienia trzech rubryk: rubryki 46, która podaje godzinową wydajność młocarni, rubryki 24, która charakteryzuje tak zwaną „posypność“ zboża, oraz rubryki 47, która podaje nam efektywny opór młocki. Jednak zgóry musimy być przygotowani na zarzut, że ścisłej odpowiedzi nie dają nam nawet i te trzy pomiary; źródło błędu kryje się w tem, że wobec zmienności obciążenia młocarni nie mamy najmniejszej pewności, czy zmierzona zapomocą indykatora moc jest naprawdę przeciętną, czy też wypadkowo trochę wyższą lub niższą od przeciętnej; w niektórych razach wprost otrzymujemy na wykresie szereg linij i dopiero „na oko“ określamy którą linję wziąć do obliczań; jedynie pewną odpowiedź mogłaby nam dać instalacja elektryczna, wykazującą pod koniec dnia ilość zużytej energji, a odliczywszy od niej nie podlegający poważniejszym wahaniom opór jałowy i rozdzieliwszy resztę przez

ilość godzin, otrzymalibyśmy niewątpliwą moc przeciętną. Niestety, takich instalacyj prawie nie posiadamy wcale i dlatego musimy poprzestawać na ubocznem i niedokładnem obliczaniu wpływu złej obsługi; jednak obliczenie to stanowczo nie wystarcza i obok pomierzonych liczb musimy jeszcze stawiać pewne notatki oraz uwa i słowne. Po pierwsze musimy zaznaczyć zgóry, że o ile niema na młocarni samopodawacza automatycznego, a wskutek tego ludzie zmuszeni są ręcznie rozpościerać rozwiązywane snopy, to jeden człowiek nie może obsługiwać prawidłowo więcej, aniżeli 30 cali szerokości gardła młocarniowego, a wskutek tego na młocarni 54", a takie młocarnie przeważnie mamy w użyciu, musi pracować równocześnie dwóch podawaczy, o ile nie chcemy, ażeby zboże szło tylko środkiem gardła, wskutek czego wydajność dzienna młocarni musi być niższa od normalnej, a stosunek oporów jałowych do obciążenia pełnego musi przekraczać 50%.

Drugi szczegół, na który zwróciłem uwagę dopiero pod koniec badań, a wskutek tego brak mi większej liczby pomiarów, obejmuje tak zwane straty popielnikowe. Że przy rozgarnianiu ognia na rusztach zawsze część nieprzepalonego węgla będzie dostawać się do popiołu, pod postacią tak zwanego „koksiku" to wątpliwości nie ulega; ale że ilość tego koksiku, może dochodzić do 20%—30% wagi zarzucanego węgla, tego a priori nie przypuszczałem, dopóki się o tem nie przekonałem naocznie. To też w dalszych badaniach będę musiał nietylko obok węgla analizować i popiół, lecz w dodatku będę musiał wyrazami określać stan rusztów, gdyż od tego niejednokrotnie zależy w bardzo znacznym stopniu ilość „spalonego" węgla, t. j. ilość węgla zarzucanego na ruszty.

Trzecim szczegółem, którego w dotychczasowych badaniach nie mierzyłem i dlatego nie umieszczałem go w tablicach, jest szczelność suwaka i tłoka; jak daleka od ideału może być lokomobila, zmuszana przez właściciela do pracy, ma się rozumieć, bardzo nieekonomicznej, niech świadczy przykład, który nie wszedł w podaną tu tabelkę, kiedy po otworzeniu cylindra przekonałem się, że pod tłokiem mogłem swobodnie przesuwać słomkę na drugą stronę cylindra (sic!). I w takim przypadku, ma się rozumieć, że ilość spalonego węgla będzie niepomiernie wysoka.

Przechodząc do danych, umieszczonych w tablicy zauważymy, że szereg rubryk początkowych charakteryzuje lokomobilę, przyczem najbardziej charakterystyczna jest rubryka 8, wskazująca tak zwany po niemiecku „Sekundenhubvolumen", oraz rubr. 10— napełnienia cylindrów. Co do pierwszej z tych rubryk, to podkreślić należy wielką skalę wahań poszczególnych pomiarów, od 320 do 770 przyczem trudno sobie wytłumaczyć, dlaczego konstruktorzy zatrzymywali się na tych, a nie innych wielkościach; nawet jeżeli zestawimy ze sobą jedynie lokomobile, pracujące przy tej samej prężności pary, np. 10 at, to znajdziemy różnicę od 320 do 570.

Na podstawie rubryki 10 stwierdzimy, że i napełnienia cylindrów są bardzo różnorodne, jednak naogół bardzo znaczne, przyczem zwykłem zjawiskiem, spotykanem w lokomobilach starszych, jest bardzo niejednakowe napełnienie prawej i lewej połowy cylindra.

Z zestawienia rubryki 31, podającej średnie ciśnienie pary w kotle, oraz rubryki 32, wskazującej średnie ciśnienie pary wlotowej, wynika, że w bardzo wielu razach regulator dławi parę więcej, aniżeli na 1—1,5 at jak to zazwyczaj zakładają sobie konstruktorzy, a obserwacja pracy lokomobili podczas młocki wykazuje bardzo często, że zwykły regulator nie daje sobie rady i że wskutek tego lokomobila zwalnia swój bieg. A choć mechanicy wiejscy najczęściej stwierdzają, że „nasz piec jest tak mocny, że nie potrzebuję podciągać pary do czerwonej kreski i mogę stale pracować na pół pary", a niejednokrotnie właściciele kotłów zwracają się do inżynierów Stowarzyszenia Kotłowego o koncesjonowanie niepełnej mocy kotła, „bo i tak mi to wystarczy", to jednak dobitnie podkreślić należy, że wszystko to opiera się na nieświadomości, w jakim stopniu nierównomierność biegu młocarni odbija się na dokładności pracy. Wprawdzie liczb pewnych nie posiadamy, a w literaturze nie znajdujemy odpowiednich badań, jednak nie może ulegać wątpliwości, że wahania ilości obrotów, przekraczające 10%, nie mogą pozostawać bez znacznego wpływu na pracę poszczególnych organów młocarni, a zaznaczyć należy, że dziesięcioprocentowe wahania ilości obrotów bynajmniej nie są rzadkie i nawet bliżsi będziemy prawdy, jeśli powiemy, że w warunkach „przeciętnych" wahania takie są zjawiskiem stałem i znacznie przewyższają tę granicę w momentach przechodzenia pod bębnem młocarniowym nierozwiązanego snopa. Teoretycznie moglibyśmy, co prawda, twierdzić, że zmienności oporów powinno przedewszystkiem przeciwdziałać koło zamachowe, gdyż żaden regulator nie jest w stanie działać istotnie momentalnie, jednak wobec braku dokładnych tachografów nie byłem w stanie w warunkach normalnej pracy polowej zbadać dokładnie ani wpływu koła zamachowego, ani nawet ewentualnych różnic konstrukcyjnych w budowie kół zamachowych poszczególnych lokomobil. Pozostaje mi dowieść, że: 1) zmienna ilość obrotów odbija się ujemnie na pracy młocarni, 2) że zapomocą tachometru można ustalić, iż wahania częstokroć przewyższają 10%, a niejednokrotnie można wprost na oko stwierdzić znaczne zahamowanie biegu, wreszcie 3), że w momentach krytycznych opory zwiększają się prawie dwukrotnie, ażeby stwierdzić, że im mniejsze ciśnienie pary w kotle, tem silniej cierpieć będzie równomierność biegu maszyny i że wskutek tego należy zawsze unikać tak wygodnego dla palacza prowadzenia maszyny na „pół pary". Pewnym, pośrednim co prawda, dowodem powyższego jest fakt, że w pierwszym okresie rozpowszechniania się silników wybuchowych, które początkowo były bez wyjątku wolnobieżne i nie posiadały bardziej precyzyjnych regulatorów, zastosowanie tego rodzaju silników do młocki okazało się niemożliwe, gdyż młocarnia zawsze pracowała źle, choć nikt nie podejrzewał wówczas, że przyczyna złego leży w nierównomiernym biegu silnika.

Być może, że najwłaściwiej byłoby potępić zwykłą regulację „dławieniem" i żądać stosowania regulacji bardziej precyzyjnej, jednak badania dotychczasowe, w których tylko raz miałem do czynienia z suwakiem Riedera i dwa razy z regulatorem osiowym, nie dają mi dostatecznej podstawy do kategorycznego stawiania tego żądania.

Ażeby skończyć z charakterystyką lokomobil muszę zaznaczyć, że nie udało mi się w sposób łatwy i szybki określać „zapasu pary". Na oko można stwierdzić, że w lokomobilach starszych, szczególniej pochodzenia angielskiego, stosunek pojemności kotła do mocy silnika jest bardziej korzystny, aniżeli w lokomobilach nowych, szczególniej pochodzenia niemieckiego; a ponieważ podczas młocki niejednokrotnie zdarza się zarówno konieczność posiłkowania się opałem gorszego gatunku, jak również „czekania na dowóz wody", więc obsługa lokomobili, w której zapas pary jest nie-

Nr.	Numer doświadczenia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Data doświadczenia	9.9.24	9.9.24	10.9.24	10.9.24	11.9.24	11.9.24	26.3.25	26.3.25	26.5.25	26.5.25	25.8.25
2	Rok budowy lokomobili	1922	1922	1910	1910	1899	1899	1918	1918	1919	1919	1899
3	Ciśnienie koncesj. w at	10	10	10	10	7	7	10	10	10	10	7
4	Średnica cylindr. w m/m	180	180	191	191	255	255	180	180	160	160	244
5	Skok w m/m	300	300	305	305	305	305	300	300	300	300	355
6	Średnica trzona tłoka w m/m	35/0	35/0	35/0	35/0	35/0	35/0	35/0	35/0	35/0	35/0	35/0
7	Ilość obrotów na min.	200	200	165	165	150	150	200	200	165	165	130
8	$\frac{\pi . (D^2 - d^2) s . n}{120}$ cm.² mtr./sek.	503	503	466	466	775	775	504	504	328	328	715
9	Rozrząd pary-suwak	t ł o k o w y				płaski		tłokowy		p ł a		
10	Napełnienie cylindra	zmienne	zmienne	40/64	40/64	60/70	60/70	50/40	50/40	45/40	45/40	73/67
11	Regulator	osiowy		kulowy					k u l o			
12	Powierzchnia ogrzew. w mtr.²	13,2	13,2	13,2	13,2	16,3	16,3	13,5	13,5	10,54	10,54	11,75
13	Powierzchnia rusztu w mtr.²	0,51	0,51	0,5	0,5	0,58	0,58	0,51	0,51	0,38	0,38	0,515
14	Stosunek $\frac{\text{pow. ogrzew.}}{\text{pow. rusztu}}$	25,9	25,9	26,4	26,4	28,4	28,4	26,5	26,5	27,8	27,8	22,8
15	Pochodzenie węgla	Kopalnia Saturn						—	—	G ó r n y		
16	% wody w węglu	10,05	10,05	10,05	10,05	10,05	10,05	—	—	3,92	3,92	—
17	% popiołu w węglu	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	—	—	4,30	4,30	—
18	Szerokość robocza młocarni w calach ang.	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	60
19	Samopodawacz	b ę b n o w y				—	—	—	—	b ę b n o w y		
20	Maszyny dodatkowe	e l e w a t o r y										pra
21	Rodzaj zboża	pszenica		żyto z serad.	zgrab. żytnie	o w i e s		owies z jarką	owies z trawą	ł u b i n		żyto petkus.
22	Waga holenderska w funtach	133,6	133,9	117,5	108,0	103,3	73,7	—	—	—	—	—
23	Długość słomy w cm.	120	120	125	110	72	81	—	—	—	—	130
24	% ziarna w snopie	28,2	28,3	24,3	26,7	36,7	34,0	50	50	18,5	20,0	—
25	Warunki młocki	s t e r t a				stodoła		s t e r				
26	Rozchód węgla kg/godz.	50,0	53,2	76,0	73,5	82,2	88,5	63,8	81,0	31,0	24,0	66,7
27	Rozchód węgla kg/godz. na 1 mtr² rusztu	100,0	104,0	152,0	147,0	142,0	153,0	125,0	158,5	81,5	63,8	129,5
28	Rozchód wody — kg/godz.	260,0	268,6	355,4	370,0	418,0	454,0	257,0	298,0	167,0	126,0	395,0
29	Rozchód wody kg/godz. na 1 mtr² pow. ogrz.	19,7	20,4	26,9	28,0	25,7	27,9	19,0	22,0	15,85	11,95	33,6
30	Temperatura wody zasilającej C° . . .	60	60	60	60	60	60	60	60	72	77	64
31	Średnie ciśnienie w kotle at.	6,6	9,4	5,9	6,2	4,6	5,1	8,1	8,8	7,85	7,5	5,4
32	Średnie ciśn. pary wlotowej — at. . .	5,2	7,0	4,8	5,1	3,8	4,2	6,5	7,1	4,3	4,65	4,3
33	Odparowalność „wprost“ z 1 kg węgla	5,2	5,04	4,68	5,04	5,09	5,15	4,03	3,68	5,4	5,25	5,93
34	Odparowalność normalna (ciśnienie 1 at, woda 0°)	4,89	4,79	4,40	4,74	4,73	4,84	3,79	3,44	5,02	4,83	5,89
35	Rozchód pary—kg/godz. na 1 KM. . .	18,2	15,2	22,7	22,2	22,3	21,9	15,65	15,9	13,95	11,4	19,1
36	Rozchód węgla — kg/godz. na 1 KM. .	3,5	3,01	4,85	4,4	4,38	4,28	3,89	4,34	2,58	2,17	3,22
37	Bieg roboczy zespołu młoc. w KM. . .	14,3	17,7	15,7	16,7	18,8	20,7	16,4	18,67	12,0	11,07	20,7
38	Bieg jałowy lokom. w KM.	2,47	2,47	2,8	2,8	3,7	3,7	2,38	2,61	0,58[10])	0,58[10])	3,0
39	Bieg jałowy lokom. w % pełnej pracy zespołu	17,3	14,0	17,8	16,7	19,7	17,9	14,5	14,0	4,25	5,24	14,5
40	Bieg jałowy zespołu (z lokomob.) w KM.	8,27	8,27	7,7	7,7	10,3	10,3	9,13	10,0	10,12	10,12	11,5[11])
41	Bieg jałowy zespołu (z lokomob.) w % pełnej pracy	57,8	46,7	49,0	46,0	54,8	50,2	55,5	53,6	84,3	91,4	55,6
42	Bieg jałowy zespołu (bez lokomob.) w KM.	5,8	5,8	4,9	4,9	6,7	6,7	6,75	7,39	9,54	9,54	8,5
43	Bieg jałowy zespołu (bez lokomob.) w % pełnej pracy	40,6	32,8	31,0	29,3	35,6	32,4	41,1	39,7	79,5	86,18	41,2
44	Efektywna praca młocki w KM. . . .	6,3	9,43	8,0	9,0	8,5	10,4	7,27	8,67	1,88	0,95	7,28
45	Efektywna praca młocki w % pełnej pracy	42,2	53,2	50,6	53,8	45,2	50,3	44,2	46,4	15,66	8,58	35,2
46	Ilość omłóconego ziarna w kg/godz. .	1173	1345	1320	1165	1510	1265	1172	1015	572	840	1440
47	Efektywna praca młocki na 100 kg. ziarna w godz. KM.	0,54	0,70	0,60	0,77	0,56	0,82	0,62	0,85	0,33	0,11	0,51
48	Ditto przeliczone teoretycznie na żyto	0,62	0,80	0,60	0,77	0,67	0,98	0,74	1,02	—	—	0,51
49	% węgla w stosunku do omłóconego ziarna	4,25	3,95	5,76	6,31	5,45	7,0	5,4	7,9	5,31	2,86	4,63

badań młocarń.

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	UWAGI
25.8.25	26.8.25	14.9.25	7.10.25	7.10.25	12.10 25	12.10 25	13.10 25	9.4.26	10.4.26	13.4.26	13.4.26	5.6.26	5.6,26	17.8.26	18.7.26	
1899	1924	—	1913	1913	1908	1908	—	1914	1914	1893	1893	1902	1902	1904	1904	
7	10,5	8	10	10	8	8	8	10[1])	10[1])	7	7	6[2])	6	7	7	[1]) para przegrzana; rury wyciągalne.
244	241	175	220	220	260	260	254	160	160	225	225	210	210	203	203	[2]) wadliwe nastawienie kranu wpustowego dławiło stale parę.
355	300	280	330	330	300	300	305	300	300	300	300	305	305	305	305	
35/0	43/0	28/6	35/0	35/0	25/25	25/25	25.25	32/0	32/0	30,5/0	30,5/0	33/0	33/0	30/0	30/0	
· 130	150	160	140	140	140	140	150	240	240	140	140	145	145	150	150	
715	670	354	581	581	738	738	765	477	477	554	554	507	507	240	240	
s k i	tłoko-wy	płaski	płaski Ridera		p ł a s k i			t ł o k o w y		p ł a s k i						
73/67	45/50	59/70	?	?	50/50	50/50	45/45	zmienne około 20	19/22	66/73	40/24	64/80	46/70	50/50	50/50	
w y								o s i o w y		k u l o w y						
11,75	20,4	10,35	15,85	15,85	15,1	15,1	15,241	8,00 +5,6	8,00 +5,6	13,3	13,3	14,41	14,41	11,43	11,43	
0,515	0,863	0,5	0,548	0,548	0,515	0,38	0,492	0,36	0,36	0,514[3])	0,28[4])	0,424	0,424	0,616	0,616	[3]) ruszt przepalony, straty popielnikowe 21,5%
22,8	23,6	20,4	29,0	29,0	20,5	27,7	31,0	22,2	22,2	25,9	44,0	34,0	34,0	18,5	18,5	
Ś l ą s k			D ą b r o w a				G. Śl.	—	—	—	—	Dąbrowa		kop. Paryż		[4]) ruszt lichy; straty popielnikowe 7,3%
—	—	—	—	—	—	—	3,5	4,63	4,63	3,92	3,92	12,74	12,74	8,69	8,69	
—	—	—	—	—	—	—	9,3	5,98	5,98	2,45	2,45	2,09	2,09	12,13	12,13	
60[5])	60[5])	42	48	48	60	60	54	54	54	54	54	54	54	54	54	[5]) łożyska kulkowe.
—	—	—	—	—	—	—	wytrząs.	bębnowy		—	—	—	—	—	—	
sa	—	e l e w a t o r			—	—	elew.	—	—	—	—	e l e w a t o r				
żyto wierzb	rzepak	żyto	wysadki buraczane		jęczmień		żyto	pszenica		ł u b i n		ż y t o		zgrabki pszeniczne		
—	—	125	—	—	100	107	110	131	128	—	—	119,8	118,3	122	119,5	
130	--	135	—	—	—	—	—	90	100	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	50	50	—	—	—	—	—	22,2	22,2	39	39	19,5	19,5	
t a					s t o d o ł a		sterta	s t o d o ł a		s t e r t a				z p o l a		
53,6	26,2	34.8	26,1	24,7	36,6	36,8	57,0	33,7	34,0	38,7	26,3	56,5[6])	59,5[7])	57	57	[6]) z popielnika wydobyto 34% wagi spalonego w czem dużo koksu.
104,0	30,4	69,6	47,7	57,5	71,0	97,0	116,0	93,5	94,4	75,2	94,0	133	140,5	91	91	
325,0	135,0	185,0	145,0	148,5	164,0	179,0	271,0	174	172	189	142	201	229	260	280	
27,7	6,63	17,9	9,16	9,38	10,85	11,85	17,8	21,8	21,5	14,25	10,65	13,9	15,85	22,7	24,5	[7]) z popielnika wydobyto 20% wagi spalonego.
65	60	54	55	55	67	67	65	60	65	32	73	65	65	65	65	
5,3	7,8	6,0	8,2	8,11	7,5	7,5	7,3	9,0	9,7	5,3	6,5	4,5	5,0	5,3	4,87	
4,06	4,9	3,4	7,4	7,1	2,9	3,1	5,1	8,8	9,25	2,67	4,9	2,98	4,3	4,4	4,56	
6,07	5,17	5,3	5,56	6,02	4,49	4,87	4,79	5,15	5,1	4,9	5,38	3,56	3,85	4,55	4,91	
6,05	4,94	5,02	5,28	5,72	4,19	4,55	4,48	—	—	4,8	4,92	3,28	3,55	4,07	4,41	
17,6	10,2	18,7	14,05	14,85	14,55	12,6	12,85	9,1	8,9	17,65	12,2	16,35	15,0	19,5	19,1	
2,9	1,98	3,52	2,53	2,47	3,25	2,59	2,7	1,75	1,76	3,61	2,25	4,6	3,9	4,3	3,9	[8]) Maximum 24,54 KM.
18,5	13,2	9,9	10,3	10,0	11,26	14,2	21,1	19,17	19,29[8])	10,7	11,7	12,3	15.3[9])	17,7	14,66	
2,74	1,6	1,4	1,66	1,46	2,9	2,9	2,0	2,42	2,42	1,4	1,4	2,83	2,83	2,4	3,2	[9]) łożysko w młocarni stale gorące.
13,45	12,1	14,1	16,1	14,6	25,7	25,7	9,5	12,6	12.5	13	12	23	18,5	13,6	21,8	[10]) można przyp. błąd; pomiar niezwłocznie po zrzuc. pasa i wpływ koła zamachowego.
9,7[11])	6,64	7,3[12])	7,4	6,96	8,7	8,73	10,5	10,65	11,91	7,0	7,9	7,06	10.79	7,45	8,78	
52,5	50,3	74,0	72,0	69,6	77,0	61,52	49,8	55	65	65	65	57,4	70,5	42,1	59,9	
7,0	5,04	5,9[13])	5,74	5,5	5,8	5,83	8,5	8,23	9,49	5,6	6,5	4,23[11])	7,96	5,05	5,58	[11]) bez prasy; z prasą 13, 42.
33,9	38,2	58,5	55,6	55,0	51,6	57,3	40,3	42,9	49,2	52,3	60,7	34,1	52,0	28,5	38,0	[12]) z elewatorem; elewator 1 KM.
6,88	6,55	2,55	2,9	3,04	3,56	5,47	10,6	8,52	7,38	3,7	3,8	5,24	4,51	10,25	5,88	[13]) z elewatorem; elewator 1 KM.
37,2	49,7	25,2	28,1	30,4	31,6	38,6	50,3	44,4	38,2	34,6	32,5	36,6	29,5	40,1	58,0	[14]) bieg jałowy młoc. wykurzonej 5,7 KM.
1230	990	698	249	267	1040	1320	1280	900	1000	131	105	800	960	350	380	
0,56	0,65	0,37	1,15	1,10	0,39	0,41	0,83	0,94	0,74	2,8	3,6	0,655	0,47	2,9	1,55	
0,56	—	0,37	—	—	0,52	0,54	0,83	1,11	0,87	—	—	0,655	0,47	3,4	1,82	
4,36	2,65	4,98	10,5	9,26	3,52	2,78	4,45	3,8	3,4	34	26,5	7,05	6,2	16,5	15	

znaczny, bywa bardzo uciążliwa; wprawdzie fakty przerywania młocki „dla zrobienia zapasu pary" świadczą zazwyczaj w najwyższym stopniu bądź o rozpaczliwym stanie lokomobili, bądź też o niedołęstwie palacza, jednak przyznać trzeba, że jeśli uwzględniać trudność angażowania jedynie wykwalifikowanych palaczy, konieczność posiłkowania się niejednokrotnie lichem paliwem, np. torfem, a wreszcie częstokroć bardzo nieregularne dowożenie wody, to trzeba stwierdzić, że stałe utrzymywanie ciśnienia w kotle może być niejednokrotnie bardzo trudne i to tem trudniejsze, im mniejszy zapas pary posiadamy w kotle.

Przechodząc do wyników badań, zawartych w rubrykach, począwszy od 25, nie będę ich rozpatrywał kolejno, jedno za drugiem, lecz, exempli modo, rozpatrzę kilka wypadków konkretnych, mogących wykazać celowość tych, a nie innych pomiarów.

W doświadczeniu ostatniem (Nr 26) w rubryce 49 stosunek wagi węgla do wagi ziarna osiągnął największą wartość, gdyż 17,5%, choć młócono pszenicę. Jak wytłumaczyć tak znaczne zużycie opału? Już notatka, zawarta w rubryce 21, a głosząca, że nie była to pszenica w snopach, lecz zgrabki pszenne, tłumaczy nam sporo; zgrabki zawierają zawsze o wiele mniej ziarna a zato o wiele więcej różnych traw i chwastów a w dodatku częstokroć są bardziej wilgotne, aniżeli snopy i sprawiają więcej trudności przy podawaniu ich pod bęben. Nie wszystkie te szczegóły zostały pomierzone, bo choć z rubryki 24 wywnioskujemy, że ilość ziarna w słomie była rzeczywiście mniejsza, aniżeli w doświadczeniach Nr 1 i 2, a wilgotność większa, o czem znów świadczy waga objętościowa (rubryka 22), to jednak nie będziemy mieli żadnej podstawy do twierdzenia, że liczby te są naprawdę przeciętne, gdyż charakter zgrabków zasadniczo jest bardzo niejednolity, a wskutek tego trudno ustalić liczby przeciętne na podstawie kilku, czy nawet kilkunastu pomiarów. O wiele więcej mówi nam rubryka 47, dowodząca, że efektywna praca omłócenia 100 kg ziarna wynosiła 2,9 KM, t. j. trzy lub czterokrotnie więcej, aniżeli w warunkach normalnych; nawet, gdybyśmy przyjęli, że procent ziarna w słomie będzie dwa razy większy, co odpowiadałoby bardzo dobremu urodzajowi pszenicy, to rozkładając tę samą ilość KM na dwa razy większą ilość omłóconego ziarna, otrzymalibyśmy stosunek węgla do ziarna dopiero około 8%, co i tak stanowiłoby bardzo dużo i dowodziłoby, że opory wilgotnej i powikłanej słomy były bardzo znaczne. Jako wynik tego musimy postawić wniosek, że zwiększone ponad normę zużycie węgla jest w danym wypadku usprawiedliwione i przejść do określenia, o ile usprawiedliwiony jest stopień tego zwiększenia, na co odpowiedzi będziemy szukać w liczbach, charakteryzujących bezpośrednio pracę składowych części zespołu młocarnianego, a więc kotła, maszyny parowej oraz młocarni.

O pracy kotła świadczy nam przedewszystkiem rubryka 34, z której wynika, że odparowalność nie była najlepsza, co jednak częściowo przypisać należy lichemu gatunkowi węgla i nie najlepszemu stanowi rusztów; warunki palenia były również nie najlepsze, gdyż godzinowy rozchód węgla na 1 m^2 rusztu wynosił 91 kg (rubryka 27) zamiast przyjętych za normę 120 kg; gdybyśmy mieli do dyspozycji węgiel dobry, to liczba ta spadłaby jeszcze niżej a powierzchnia rusztu nie byłaby prawidłowo zakrywana przez węgiel.

O nienajidealniejszych warunkach pracy kotła świadczy również rubryka 29, wskazująca, że na 1 m^2 powierzchni ogrzewalnej przypadało na godzinę 22,7 kg wody, co dowodzi, że praca kotła była intensywna.

O sprawności maszyny parowej świadczy przedewszystkiem rubryka 35, wskazująca, że na 1 KM wychodziło w ciągu godziny 19,5 kg pary, czego bynajmniej nie można nazwać nietylko liczbą rekordową, ale nawet i przeciętnie normalną; w tablicy nie znajdziemy bezpośredniego wyjaśnienia przyczyn tego i dlatego musimy podejrzewać przedewszystkiem istnienie nieszczelności w suwaku i tłoku, o czem przekonać się można przy bliższem badaniu maszyny.

O pracy zespołu kotła i maszyny parowej mówi nam rubryka 36, wskazująca, że rozchód węgla na KM wynosił w godzinę 4,3 kg, co w porównaniu z innemi badaniami jest liczbą nawet bardzo wysoką ale częściowo usprawiedliwioną przez lichy węgiel i zniszczone ruszty.

Jeżeli przejdziemy do badania biegu jałowego maszyn i będziemy porównywać wyniki rozpatrywanego doświadczenia z innemi, to przekonamy się, że bieg jałowy lokomobili (rubryka 38), choć nie jest rekordowo dobry, jednak nie jest gorszy od przeciętnego. Na takim samym mniej więcej poziomie stoi i bieg jałowy zespołu młocarnianego (bez lokomobili, lecz z elewatorem). W rezultacie możemy powiedzieć, że choć stan maszyn, a w szczególności młocarni, był opłakany, jednak bezpośrednio nie powodował nadmiernego zużycia węgla i w ten sposób nie tłumaczył tak niekorzystnego stosunku węgla do zboża. A ponieważ i porównanie biegu jałowego z biegiem roboczym (rubryka 41) nie wykazuje rzeczy nadzwyczajnych musimy przyjść do wniosku, że choć częściowo winić tu musimy lichy węgiel i nieszczelności lokomobili, to jednak główną część winy przypisać trzeba specyficznym warunkom młocki (wilgotne zgrabki) oraz mało intensywnemu podawaniu, wskutek czego ilość omłotu dziennego była nieznaczna.

Rozpatrzmy zkolei inny przykład, np. Nr 17 i 18; obydwa doświadczenia odnoszą się do tego samego zespołu młocarnianego i do omłotu tego samego jęczmienia; cała różnica warunków zewnętrznych polegała jedynie na trzech szczegółach: 1) jęczmień w doświadczeniu drugiem był trochę suchszy, 2) robotnikom zalecono w doświadczeniu drugiem podawać zboże pod bęben bardziej intensywnie, co doprowadziło jednak do zwiększenia nierównomierności oporów, 3) ponieważ w doświadczeniu pierwszem stwierdzono zbytnio słabe zakrycie rusztu węglem, wskutek czego na ruszcie powstawały raz w raz luki, przez które przechodziło powietrze, nie biorące udziału w paleniu, polecono zasłonić cegłami część rusztu, ażeby pogrubić warstwę węgla na zmniejszonej w ten sposób powierzchni rusztu. Wyniki widzimy z tablicy, a mianowicie: stosunek węgla do ziarna poprawił się, przyczem stało się to głównie dzięki zwiększeniu omłotu, gdyż zużycie węgla w ciągu godziny uległo zmianom minimalnym; rezultat ostateczny mógłby nawet być lepszy, gdyby pomimo intensywniejszego podawania podawano pomimo to prawidłowo, gdyż wtedy nietylko efektywna praca omłócenia 100 kg ziarna pozostałaby poprzednia, lecz również pozostałyby bez zmiany lub też podległy zmianom znacznie mniejszym opór biegu roboczego, rozchód węgla i wody na 1 KM i t. d. W rezultacie z doświadczeń tych należy wywnioskować, że stan maszyn był niezły i że jedynie możnaby zalecać stałe utrzymywanie ciśnienia pary na poziomie koncesjonowanym oraz zmniejszanie powierzchni rusztów w wypadkach lżejszych warunków młocki (młocka owsa, jęczmienia, a tembardziej łubinu, grochu i t. p.). Zato o wiele więcej dałoby się zrobić w dziedzinie organizacji pracy ręcznej, dążąc nietylko do zwiększenia

ilości podawanego zboża, lecz jednocześnie i większej równomierności podawania; częściowo zaleciłby tu można było zastosowanie na młocarni samopodawacza automatycznego, co jednak mogłoby dać znaczne polepszenie wyników jedynie w łączności z prawidłową organizacją zespołu robotników.

Na inny szczegół obsługi zespołu młocarnianego wskazują nam doświadczenia Nr 1 i Nr 2, podczas których różnica polegała na tem, że przed rozpoczęciem doświadczenia drugiego polecono palaczowi trzymać ciśnienie pary możliwie bez wahań na poziomie koncesjonowanym a nadzorcy młocarni forsować młockę; w rezultacie, jak widać z tablicy, omłot wzrósł z 1175 kg na 1345 kg, a średnie ciśnienie pary w kotle z 6,6 at na 9,4 at. Jak to się odbiło na rezultatach pracy?.

Wynik ostateczny, uwidoczniony w stosunku węgla do ziarna uległ zmianie stosunkowo niewielkiej, gdyż z 4,25% spadł na 3,95%, ale jeśli przyjrzymy się bliżej tablicy, to zauważymy, że rozchód pary na 1 KM zmniejszył się z 18,2 na 15,2 kg a rozchód węgla na KM z 3,5 na 3,01 kg, choć efektywna praca omłócenia 100 kg wzrosła około 30% (z 0,62 do 0,8) a odparowalność spadła; w dzienniku obserwacji znajdziemy poza tem notatkę, że podawanie zboża pod bęben zasługiwało wprost na nazwę skandalicznego a wskutek tego bieg lokomobili był bardzo nierównomierny, co z jednej strony ujawniło się w wykresach a z drugiej odbiło się na zwiększonym oporze młocki; można śmiało twierdzić, że gdyby w doświadczeniu drugiem charakter pracy był choćby taki sam, jak w doświadczeniu pierwszem, to jednak wynik ostateczny byłby znacznie lepszy.

Niezależnie od stwierdzenia pozytywnych rezultatów analizy pracy w niektórych doświadczeniach należy stwierdzić, że brak nam jeszcze całego szeregu liczb, któreby pozwalały w każdym poszczególnym wypadku z całą ścisłością określać istotną przyczynę złego. Oto np. w rubryce 48 mamy opory młocki przeliczone teoretycznie na żyto, przyczem za podstawę przyjęto notatkę z Landmaschinenkalender, wskazującą, że przy napędzie elektrycznym zużycie prądu zmieniało się w stosunku

Żyto. . .	100
Pszenica .	85
Owies . .	80
Jęczmień .	75

Czy jednak notatka ta jest słuszna i oparta na dostatecznej ilości pomiarów? Czy dane niemieckie mogą być zastosowane w Polsce bez żadnych zmian? Jak wpływa seradela lub koniczyna, bardzo często spotykane w jarzynaah, na stosunek oporów? i t. d. Oto szereg pytań, na które nie posiadamy żadnych odpowiedzi i które dopiero zbadać musimy.

Drugiem zagadnieniem, nie mniej ważnem dla praktyki, jest określenie najodpowiedniejszej wielkości młocarni; statystycznie możnaby dowieść, iż w czasach przedwojennych najliczniej rozchodziły się młocarnie 54" z lokomobilami „ośmiosilnemi", co jednak bynajmniej nie jest jeszcze dowodem, że istotnie ta wielkość była najbardziej ekonomiczna; jeśli jednak zważymy, że w okresie powojennym zmieniły się zasadniczo warunki ekonomiczne, a poza tem, że obok lokomobil powstaje ewentualność zastosowania traktorów i do młocki, to zrozumiemy, że samo zagadnienie wyboru wielkości młocarni musimy uznać za nierozwiązane, a więc temsamem stwierdzić konieczność jego rozwiązywania.

Trzecia wreszcie serja pytań mieści się w zagadnieniach konstrukcyjnych, których narazie nie miałem możności zupełnie poruszać podczas badań, wystarczy jednak stwierdzić, że opór jałowy młocarni stanowi + 50% oporów roboczych, a wśród oporów jałowych młocarni opór bębna wynosi + 50%, czyli stanowi + 25% pełnych oporów roboczych, ażeby przyjść do przekonania, że jedna, jedyna zmiana łożysk zwykłych na kulkowe może bardzo silnie odbić się na ogólnem zużyciu energji; a takich szczegółów konstrukcyjnych mamy w młocarni dużo, przyczem poważniejszych badań w tej dziedzinie jest niewiele.

Wreszcie zwrócę uwagę na fakt ślizgania się pasa, powodowany częstokroć nietylko wadliwością obsługi lecz również nienormalnemi warunkami pracy (np. silny wiatr boczny); w praktyce spotykamy się zazwyczaj z jednym, jedynym zabiegiem, do którego uciekają się wszyscy mechanicy, o ile poślizg pasa zaczyna grozić spadaniem pasa i przerwą pracy, jednak nie może ulegać wątpliwości, iż nawet przy obfitem stosowaniu kalafonji poślizg istnieje i dochodzi niejednokrotnie do kilkunastu procentów, co musi już wyraźnie odbić się na pracy lokomobili. I znowu trzeba stwierdzić, że bezpośrednich pomiarów tego poślizgu mamy zaledwie kilka, co nie pozwala nam na wyprowadzenie jakichkolwiek wniosków.

Jednem słowem rozpoczętych badań młocki nietylko nie można uważać za ukończone, lecz przeciwnie, należy stwierdzić, że im głębiej będziemy wnikać w analizę, tem więcej szczegółów i pytań będzie się nam nasuwać do odpowiedzi, co doprowadzić nas winno do jednego tylko wniosku logicznego, że rozpoczętych badań nie należy przerywać, lecz przeciwnie prowadzić je dalej w coraz to bardziej rozszerzonym zakresie. A w każdym razie można i należy stwierdzić, że garnitur młocarni parowej bynajmniej nie zasługuje na takie lekceważenie, w jakiem znajduje się obecnie, kiedy jedynego opiekuna znajduje w kowalu-analfabecie.

Jeżeli tyle uwag uczynić można pod adresem zespołu młocarnianego, w którym technik zawsze będzie widział na miejscu pierwszem lokomobilę i zaledwie dostrzegał młocarnię, to stokroć więcej uwag i zarzutów możnaby postawić młocarni. Niestety ścisłej analizy pracy młocarniowej dotąd nie posiadamy i dlatego nadzwyczaj trudno dawać jakiejkolwiek wskazówki w kierunku wyceniania jej pracy lub wyszukiwania jej błędów; charakterystyczny np. jest fakt, że dotychczas znajdujemy w literaturze zaledwie kilka prób analizy oporów jałowych młocarni i ani jednej oporów roboczych; a wystarczy zestawić np. dane rubryki 47, ażeby przekonać się, że analiza taka niejednokrotnie mogłaby nam dać dużo. Oto np, efektywna praca młocki 100 kg łubinu wynosiła

0,33	KM	w doświadczeniu	Nr 9
0,11	„	„	Nr 10
2,8	„	„	Nr 22
3,6	„	„	Nr 23

Jakież olbrzymie różnice, choć różnice zawartości ziarna w słomie (rubryka 24) bardzo nieznaczne! Przypuszczać tu można wadliwe ustawienie klepiska, choć nie wykluczone są i różne inne przyczyny.

W doświadczeniach Nr 1 i 2 widzimy, że efektywna praca omłócenia 100 kg pszenicy wynosiła 0,54 KM i 0,7 KM choć był to ten sam garnitur młocarniany i ta sama sterta a cała różnica polegała na tem, że w doświadczeniu drugiem podawanie zboża pod bęben było bardzo nierównomierne a wskutek tego

obciążenie młocarni wahało się stale w znacznych granicach.

Efektywny opór omłócenia 100 kg, żyta wahał się od 0,37 KM w doświadczeniu Nr 14 do 0,83 KM w doświadczeniu Nr 19 i t. d. Te i temu podobne przykłady dają tylko podstawę do twierdzenia, że w pracy młocarni jest bardzo dużo szczegółów niezbadanych lub mało zbadanych i że wskutek tego zgóry możemy powiedzieć, że przy obsłudze idealnej wyniki ostateczne, obliczone według wskaźnika: stosunek węgla do ziarna, będą się znacznie różniły od obecnych wyników „przeciętnych". Ażeby jednak dojść do tego trzeba uprzednio wykonać dużo pracy badawczej.

FESZCZENKO CZOPIWSKI, prof. Akad. Górn. w Krakowie.

WYTRZYMAŁOŚĆ i TWARDOŚĆ SZWA SPAWANEGO, POCHODZENIE TWARDOŚCI SZWÓW ORAZ USZLACHETNIANIE SZWÓW SPAWANYCH PRZEZ OBRÓBKĘ TERMICZNĄ.

por. *Technika Cieplna*, r. 1926, str. 116.

Odbitki mikrofotografij zamieszczone zostały na osobnej wkładce kredowej.

§ 31 W codziennej praktyce przemysłowej mamy często do czynienia z różnorodnemi wypadkami nieoczekiwanych uszkodzeń lub złomów (pęknięć) bardzo nieraz nawet odpowiedzialnych części maszyn, co pociąga za sobą częściowe lub całkowite wstrzymanie pracy zakładów. W takich wypadkach zachodzi potrzeba albo szybkiej zamiany uszkodzonej części przez nową (zapasową), lub w ostatecznym wypadku szybkiej naprawy. Taką szybką naprawę, ratującą często położenie, wykonywuje się obecnie zapomocą spawania uszkodzonej części.

Spawanie można wykonać albo ogrzewając miejsca spawane w łuku elektrycznym, w płomieniu acetylenu, (benzyny), gazu wodnego, lub wreszcie przez zastosowanie sposobu aluminotermicznego.

W ostatnich latach uwagę technologów zajmuje zapowiedź praktycznego rozwiązania zagadnienia łączenia poszczególnych metalowych (żelaznych) części całego zespołu (n. p. w kotle parowym: blachy walczaków, części komór, komory z rurkami wodnemi i ogniowemi i t. d.). Te poważne zagadnienia technologiczne, mające na celu usunąć potrzebę połączeń nitowych cieszą się zasłużonem zainteresowaniem.

A) Trwałość szwa spawanego w łuku elektrycznym

§ 32.— Elektryczne (łukowe) spawanie znajduje obecnie coraz większe zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu głównie jako środek szybkiej naprawy. Warunki wykonywania jednak tego procesu już z góry przewidują konieczność powstania w samym szwie całego szeregu niedokładności spawania.

Istota elektrycznego spawania polega na tem, że przestrzeń pomiędzy dwoma poddanemi spawaniu (łączeniu) przemiotami wypełnia się spływającym z elektrody płynnym metalem powstałym przez roztopienie w żarze łuku elektrycznego żelaznej anody [1]). Ten płynny metal jest silnie przegrzany i oddaje nadmiar swego ciepła sąsiadującym warstwom materjału przeznaczonego do połączenia i to w takiej ilości, że powierzchnia spawanego materjału (ścianki żłobu wypełnianego płynnym metalem) albo nadtapiają się, albo co najmniej silnie miękną. W obu wypadkach następuje bezpośrednie połączenie się materjału spawanego z spływającym z anody metalem, zapełniającym szew.

Od tej strefy „właściwego szwa spawania", powstałego z metalu płynnego, ciągną się wgłąb materjału spawanego stopniowe zmiany budowy a więc powstają, początkowo warstwy będące podczas spawania w stanie plastycznym (rozmiękczone), następnie półplastyczne, a wreszcie warstwy ogrzane ciepłem wytworzonym przy procesie spawania aż do temperatur powyżej przemian allotropowych, t. j. takie, które doznały ponownej krystalizacji w stanie stałym i warstwy ogrzane do temperatur niższych od temperatur przemian allotropowych, t. j. takie, które nie doznały ponownego przekrystalizowania, a rekrystalizowały o tyle tylko o ile były zgniecione jużto przedtem jużto podczas samego procesu spawania i t. d. aż do tych miejsc, w których temperatura zupełnie, albo prawie nie zmieniła się podczas procesu spawania. Innemi słowami po staje stopniowe przejście od „istotnego szwu spawania" powstałego z metalu płynnego w stanie przegrzanym aż do miejsc znajdujących się stale w niezmienionych temperaturach otoczenia podczas procesu spawania.

Całość tworzy *„rzeczywisty"* szew spawania.

To co zwykle obserwujemy pod mikroskopem (porównaj mikrofotogr. № 43 i 45, (pow. 75) jest *„widoczną"* granicą pomiędzy materjałem o nienaruszonej, budowie, a materjałem, który doznał zmian w swej budowie wskutek zachodzącej obróbki termicznej podczas procesu spawania. „Istotna" granica spawania jest ukryta gdzieś w warstwie spoiny i w wypadku idealnego spawania nie można znaleźć tej granicy pod mikroskopem; w zwykłych technologicznych warunkach spawania, kierunek tej istotnej granicy spawania wskazywać będą „błędy spawania" (patrz rys. 53).

„Widoczna" granica spawania jest granicą wpływów obróbki termicznej na budowę materjału poddanego spawaniu; da się ona dobrze rozróżnić pod mikroskopem, zwłaszcza w wypadku budowy warstwowej spawanego materjału i nie jest ona stałą. W miarę coraz dłuższego przebywania miejsc granicznych w temperaturze rekrystalizacji (poniżej przemian allotropowych) zwiększa się coraz bardziej obszar wzrastających w tych warunkach ziaren, a widoczna granica spawania przesuwa się w głąb metalu w miejsca, których budowa nie była dotychczas naruszoną. W ten sposób zwiększa się ogólna szerokość widocznego szwa spawania. Aby uczynić granicę tą bardziej stałą należy cały przedmiot spawany wyżarzyć, w temperaturach powyżej przemian allotropowych i następnie dać ostygnąć w warunkach jednakowych całej masie przedmiotu. Wtedy wszystkie miejscowe wewnętrzne naprężenia różnej wielkości i różnego znaku, powstałe w różnych miejscach spawania podczas i z powodu nierównomiernego ochładzania i pod wpływem następującej po spawaniu me-

[1]) Por. mój artykuł „Ulepszenie miejsc spawanych elektrycznie drogą obróbki termicznej" Czasopismo Techniczne. 1926, str. 172—179.

chanicznej obróbki (kucia) zostaną usunięte dzięki zmianie fazy zachodzącej podczas przemiany allotropowej „γ“ → „α“ i dzięki związanemu z tem zjawisku przekrystalizowania (przy ochładzaniu od temperatur nieco wyższych od A_3). Wtedy dopiero materjał całego „rzeczywistego“ szwa spawania znajdować się będzie w stanie równowagi.

Wszędzie obecnie stosowane sposoby spawania w łuku elektrycznym przeprowadza się w atmosferze powietrza. Wszystkim znany jest wielki stopień powinowactwa żelaza do tlenu i azotu w wysokich temperaturach łuku elektrycznego. Z tego powodu nic dziwnego, że materjał spływający z anody, i wypełniający szew spawania jest przesycony tlenem i azotem.

Współczesna amerykańska literatura perjodyczna zanotowała już fakty udatnie przeprowadzonych w Ameryce prób spawania elektrycznego w atmosferze wodoru, lub bezpośrednio wodorem. Całkowicie unikając w tych wypadkach tworzenia się tlenków i azotków, stajemy, według naszego mniemania, przed faktem powstania kruchości wskutek rozpuszczania się wodoru w materjale szwa spawanego. Zdawaćby się mogło, że najbardziej celowy byłby odpowiednio opracowany sposób spawania w próżni. Zagadnienie to jednak okazało się bardzo trudnem w praktycznem rozwiązaniu i dotychczas jeszcze nie jest opracowane.

Szew elektrycznie spawany zawiera, według określeń *H. Neesse,* około 0,32—0,25% tlenu. Należy przy tem pamiętać, że tlen rozpuszcza się w roztworze stałym jedynie w nieznacznym stopniu, a mianowicie graniczna zawartość tlenu w roztworze stałym „α“ — żelaza nie przekracza 0,05%[1]). Stąd wynika, że pozostała masa znajdującego się w materjale szwa spawanego tlenu powinna znajdować się pod postacią jakiegoś międzymetalicznego połączenia, nierozpuszczającego się w „α“—żelazie, lecz wydzielającego się w postaci dodatkowych wtrąceń. Takiem międzymetalicznem połączeniem żelaza i tlenu jest *FeO.* Należy mieć przy tem na uwadze, że 0,1 /⁰ tlenu odpowiada 0,45% wagowym *FeO.*

Nadmierne te ilości wtrąceń *FeO*, w materjale szwów spawanych mogą występować pod postacią bardzo drobnych kropelek, jak to pokazano na rys. 45 i 46 (pow. 450), to znowu pod postacią większych wkropleń o różnej formie i powierzchni (rys. 47, pow. 150) i wreszcie rys. 48 (pow. 150). W pewnych wypadkach żużlowe te wtrącenia wyciągnięte są w formie zbitych mas i wykazują w swej budowie jakieś inne prawdopodobnie bardziej złożone z punktu widzenia ich chemicznego charakteru, jednostki. W poszczególnych wypadkach żużelki te wyciągnięte są w postaci dosyć cienkich nitek, (rys 49, pow. 150). Czasami w sąsiedztwie takich wtrąceń żużlowych znajdują się pęcherze, (rys. 50, pow. 75), lub resztki jam usadowych, jak na rys. 51 (pow. 150), u góry, jako skutek występujących przy stygnięciu materjału szwa spawanego objawów miejscowego kurczenia się. Większe nagromadzenia tlenku żelaza przedstawiają eutektyczną budowę układu podwójnego *Fe—FeO,* jak to wynika z rys. 50—52. Na rys. 48 (pow. 150) przedstawiono większe wtrącenia żużlowe jako dalszy ciąg jamy usadowej. Powyższy żużel wykazuje jeszcze swoistą budowę.

Pochodzenie wtrąceń tlenku żelaza, przedstawionych na rys. 44—48. jest pierwotne: są to nadmierne ilości *FeO,* które nie mogły się rozpuścić w stałej fazie[1]) i wydzieliły się przy krzepnięciu. Przeciwnie tlenki przedstawione na rys. 45 i 46 (pow. 450) i 53 (pow. 150), z wyjątkiem długich guzów, wydzieliły się widocznie już z roztworu stałego (głównie z „γ“—*Fe*) wskutek obniżenia stopnia rozpuszczalności tlenu w żelazie w miarę obniżania temperatury. Nie należy jednak utożsamiać tlenków żelaza powstałych podczas stapiania z tlenkami, znajdującemi się już na powierzchni spawanych przedmiotów (rys. 54 pow. 150). Aby uniknąć tych ostatnich poleca się materjały przeznaczone do spawania czyścić porzednio starannie dłutem i szczotkami.

Układ podwójny *Fe—FeO* nie jest jeszcze dostatecznie termicznie zbadany. Obecność jednak tlenu w materjale żelaznym w postaci roztworu stałego albo w postaci podobnych do szkła międzymetalicznych wtrąceń pogarsza znacznie wszelkie mechaniczne właściwości żelaza. Badacz niemiecki *A. Wimmer* twierdzi, że przy obecności 0,13% tlenu zwiększa się kruchość żelaza w dwójnasób, a przy zawartości około 0,18% tlenu aż czterokrotnie. Podobnie wraz ze zwiększeniem zawartości tlenu zmniejsza się wytrzymałość i sprężystość. Jednak *Wimmer* nie stwierdził przy tem zmniejszenia ciągliwości; według jego badań wydłużalność żelaza, zawierającego około 0,2°/₀ tlenu pozostawała wciąż na jednakowym poziomie. Stanowi to dowód dla naszego twierdzenia, że z wielkości *A* (wydłużenie) nie można wyprowadzać ostatecznego sądu o rzeczywistej ciągliwości żelaza. Mamy wrażenie, że stopień pogorszenia właściwości bogatego w tlen materjału szwów spawanych zależy w znacznym stopniu od postaci, w jakiej się tlen tam znajduje. Niewątpliwem jest, że twardość materjału szwa spawanego będzie wzrastać w miarę procentowego zwiększania zawartości kruchego szklistego *FeO* i to wbrew twierdzeniu *A Wimmer'a,* który znalazł przy zawartości około 0,2% tlenu w żelazie zmniejszenie twardości z 102do 94 jednostek Brinell'a!

§33.— Azot przy spawaniu przechodzi bardzo łatwo i w znacznych ilościach do roztworu „γ“ żelaza, a następnie w miarę obniżenia temperatury nadmierne jego ilości wykrystalizowywują z roztworu stałego w postaci azotków żelaza. Rozpuszczalność azotu jest bardzo znaczną nawet w „α“ żelazie: przy 580⁰ dochodzi do 0,5°/₀, a następnie w zależności obniżenia temperatury zmniejsza się silnie i to w takim stopniu, że w zwykłych temperaturach wynosi zaledwie 0,015%.

Szew elektrycznie spawany zawiera, według określeń *H. Neesse*, 0,122% azotu. W miarę ochładzania materjału szwa spawanego wydzielają się z roztworu stałego azotu w żelazie nadmierne ilości azotu w postaci azotków żelaza (ściślej — kryształów mieszanych o różnej zawartości azotu[2]) w iglastej a czasami siatkowej formie.

Na rys. 55 (pow. 300) przedstawiono budowę szwa spawanego o formie iglastej; są to azotki żelaza. Na rys. 56 (pow. 150) pokazano granicę szwa spawanego, oddzielającą miękkie żelazo o zwykłej siatkowej

---

[1]) Według określeń *F.S. Tritton'a aud D. Hanson'a*, Iron and Steel Inst. 1924. CX, 90—120. Według niemieckich autorów *A. Wimmer'a* Stahl und Eisen 1925, 73—79 i prof. *P. Oberhoffer'a* - „Das technische Eisen“ 1925, 167—187,— jeszcze mniej.

[1]) Rozpuszczalność *FeO* w płynnem żelazie w temperaturach bliskich lecz wyższych od temperatur topienia żelaza według *F.S. Tritton'a* and *D. Hanson'a* (Iron and Steel Inst. 1924. str. 109, rys. 8) nie jest zupełną. Przy zawartości tlenu więcej niż 0,21% tworzą się dwie płynne warstwy: jedna dolna o granicznej zawartości tlenu około 0,21%, a druga górna przedstawia czysty *FeO*, t. j. zawiera około 22% tlenu.

[2]) Z. d. V. d. I. 1924. str. 1125.

budowie z odpowiedniemi ilościami wtrąceń perlitu od materjału szwa wypełnionego igłami azotków i kropelkami tlenków. Azot nie tylko zwiększa wytrzymałość, twardość i kruchość, lecz równocześnie silnie zmniejsza ciągliwość. Przy zawartości azotu równej 0,1% spada zdolność metalu do wydłużenia przy statycznem rozciąganiu do zera!

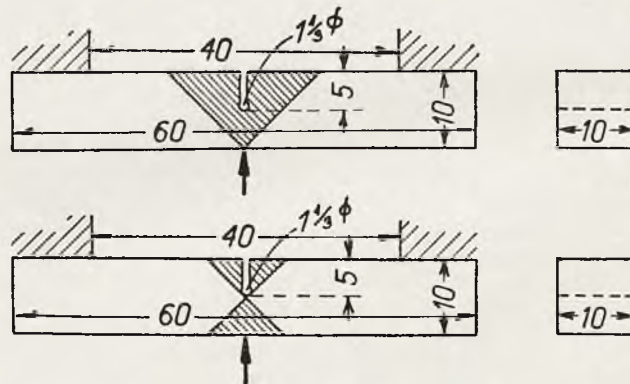
Należy przy tem wspomnieć, że przeciętną zawartość tlenu (0,25%) i azotu (0,12%) w szwie spawanym można znacznie obniżyć, a tem samem polepszyć wytrzymałościowe właściwości szwów przez zastosowanie pewnych ostrożnośei charakteru mechanicznego jak również przez użycie ochronnych środków chemicznych. Tak np. od nadmiernego utlenienia spływającego z anody żelaza chroni w znacznym stopniu warstewka zabezpieczająca. Rozmaite patenty polecają pokrywać drut żelazny, stanowiący anodę przy spawaniu takiemi powłokami, które wywołują ożużlanie tlenków. Taka warstewka zabezpieczająca składa się głównie ze sproszkowanego glinu, jako środka odtleniającego, azbestu, fluorków i innych ożużlających i odtleniających i wiążących substancyj. Składniki te znacznie ułatwiają spawanie, łuk nie ulega zbyt częstym przerwom, metal spływa bez przerwy, a łatwo topliwy żużel, pokrywający jeszcze płynny materjał szwa sprzyja wydzielaniu się gazów, pochłania zanieczyszczenia szwa i nie dopuszcza doń tlenu i azotu z powietrza. Korzystne działanie tych warstewek zabezpieczających daje się odczuwać bardzo wyraźnie przy pracy z prądem zmiennym, przy którym jak dotychczas otrzymywano wyniki zawsze nieco gorsze niż przy posługiwaniu się prądem stałym. Trudno jednak wątpić w celowość zastosowania prądu zmiennego. Widocznie dopiero dalszy postęp techniki spawania potrafi usunąć chwilowe trudności, wynikające obecnie przy korzystaniu z tańszego i bardziej rozpowszechnionego prądu zmiennego.

§ 34. Należy mieć na uwadze i tą okoliczność, że szew spawany, powstały z płynnej fazy szybko stygnie. Przy spawaniu nie można uniknąć szybkiego ochładzania wobec wielkiego przewodnictwa cieplnego żelaza i wielkiej różnicy miejscowych temperatur w tym samym kawałku żelaza. Ponieważ różne miejsca zaczynając od materjału szwa i dalej wgłąb materjału spawanego były ogrzane do różnych temperatur, przeto wpływ szybkości stygnięcia na materjał będzie różny. Dlatego też budowa samego szwa i sąsiadujących z nim miejsc wcale nie będzie jednorodna. Materjał szwa spawanego posiada nieco podhartowaną budowę dzięki właśnie bardzo szybkiemu stygnięciu od wysokich temperatur. W miarę posuwania się wgłąb materjału iglasta zahartowana budowa przechodzi w siatkową. Gdzieś pomiędzy temi dwoma skrajnemi strefami o charakterystycznych budowach: iglastej i siatkowej znajdziemy czasami budowę rekrystalizowaną, (patrz rys. 44, pow. 75), która często zajmuje granicę szwa rzeczywistego, leży jednakże poza granicą materjału szwa spawanego. Ta strefa rekrystalizowana będzie tem węższą, im szybciej odbywał się proces ochładzania i przeciwnie będzie ona tem szerszą, im dłużej dane miejsce przebywało w temperaturach rekrystalizacji. Naturalnie wszystkie te przejściowe strefy posiadać będą różne stopnie wewnętrznych naprężeń, co zwiększa stan ogólnej kruchości szwa spawanego.

§ 35. Oddawna wiadomo, że szew elektrycznie (łukowo) spawany jest bardzo twardy; wytrzymałość jego w stanie surowym i w stanie wyżarzonym jest często nawet nieco wyższą, niż wytrzymałość materjału spawanego, ciągliwość jednak materjału szwa spawanego jest bardzo mała. Podobnież w przeważającej ilości wypadków i odporność szwów na uderzenie jest bardzo niska (wielki stopień kruchości).

Przyczyną tak wysokiej wytrzymałości, kruchości i trwałości przy równocześnie niskiej ciągliwości jest, że materjał szwa spawanego jest silnie zanieczyszczonym, jak o tem wspominaliśmy w §§ 32 i 33, azotem, tlenem i żużlami, a prócz tego znajduje się w nim wiele różnego rodzaju nieciągłości budowy, jak np. pęcherze, luki, szczelinki i t. p. Z tego powodu mechaniczne badania materjału szwów spawanych poleca się przeprowadzać przy pomocy dynamicznych obciążeń (próby na uderzenie), które słusznie uważa się obecnie za jedyny ścisły sposób, prowadzący do wykrywania stopnia czystości materjału i stopnia odporności jego budowy (patrz § 26 pozycja 3).

W poniżej umieszczonej tablicy 9 przytoczono wyniki mechanicznych badań próbek zawierających poprzeczny szew spawany. Próby spawania wykonane w łuku elektrycznym prądu stałego oznaczone są w naszym systemie znakowania przy pomocy litery „S", stojącej na drugiem miejscu. Litera „Z", stojąca na drugiem miejscu służy na oznaczenie prądu zmiennego. Sposób mechanicznego przygotowania końców blach spawanych oznaczono ogólnie przyjętemi i zrozumiałemi określeniami X i V, stojącemi na trzeciem miejscu. Badań dokonano albo w stanie surowym („S" na pierwszem miejscu) albo wyżarzonym W (na pierwszem miejscu), albo wreszcie w stanie ulepszonym (U na pierwszem miejscu). Proces ulepszenia posiadał trzy odmiany w stadjum odpuszczania, a mianowicie bezpośrednio po odpuszczeniu przy temperaturze około 650 — 700° następowało albo: a) powolne ochładzanie odpuszczonej próbki (znak UP), b) szybkie ochładzanie w wodzie (UH), c) szybkie ochładzanie w wodzie od temperatury odpuszczania, powtórne odpuszczanie od temperatury 400° i następne powolne ochładzanie (UK). Ten ostatni „kombinowany" sposób ulepszania, jak to objaśniliśmy w § 29, miał z jednej strony na celu uniknięcie kruchości wyżarzania, a z drugiej — usunięcie wewnętrznych naprężeń, powstających w każdym metalu w warunkach szybkiego ochładzania



Rys. 57.

§ 36. Logicznie sądząc, należałoby przeprowadzić nacięcie na próbkach na uderzenie z boku próbki na grubość szwa spawanego. Biorąc jednak pod uwagę, że badaliśmy wytrzymałość szwa w specjalnym celu, a mianowicie w celu zbadania możliwości zastosowania tej metody spawania do naprawy kotłów parowych, gdzie szew spawania bywa rozciągany w swych górnych częściach w dolnych zaś jest ściskany, dawaliśmy nacięcie w próbkach na uderzenie zgóry tak, jak to wykazano na rys. 57. Osłabiając przez to szew

TABLICA 9.

Mechaniczne badanie materjału szwów spawanych, na 30 tonowej prasie Amslera. Szew spawany wpoprzek próbki. Próbki płaskie: 160 mm. l = 100 mm. g = 11 mm. s = 25 mm.

	Znakowanie	Q	R	A	C	Uwagi	U	Uwagi
A. Próby surowe.								
Materjał nie spawany	S	30,4	40,3	32,5	61,8	—	8,2	—
,, spaw. stałym prądem	SSX	30,5	35,3	8,0	?	przez szew	2,4	duże wady spaw.
,, ,,	,,	30,5	41,8	25,0	57,0	,,	2,0	,,
,, ,,	SSV	32,9	36,0	7,0	?	,,	3,6	złom ziarnisty
,, ,,	,,	32,8	38,7	7,0	?	,,	3,3	,,
,, spaw. zmien. prądem	SZX	30,3	32,7	7,0	?	,,	3,0	wady spaw.
,, ,,	,,	29,0	40,3	21,0	?	,,	5,6	złom ziarn.
,, ,,	SZV	30,1	40,2	12,0	?	,,	4,2	,,
,, ,,	,,	29,7	41,1	12,0	?	,,	3,4	wady spaw.
B. Próby wyżarzone.								
Materjał nie spawany	W	29,2	37,1	35,0	69,5	—	6,9	—
,, spaw. stałym prądem	WSX	22,9	38,7	29,0	63,2	obok szwu	1,4	wady spaw.
,, ,,	,,	24,0	34,3	10,0	?	przez szew	1,5	,,
,, ,,	WSV	21,6	31,2	10,0	?	,,	3,6	,,
,, ,,	,,	16,7	34,7	16,0	?	,,	1,8	,,
,, spaw. zmien. prądem	WZX	23,5	37,1	14,0	?	,,	1,1	,,
,, ,,	,,	23,6	38,8	29,0	60,0	obok szwu	2,4	,,
,, ,,	WZV	25,1	38,8	28,0	60,0	,,	3,6	,,
,, ,,	,,	23,8	38,2	15,0	?	przez szew	3,5	,,
C. Ulepszone zwykłym sposobem								
Materjał nie spawany	UP	30,7	40,7	31,0	66,4	—	10,4	—
,, spaw. stałym prądem	UP SX	28,9	42,7	9,0	?	poza dł. pomiar.	5,8	wady spaw.
,, ,,	,,	30,6	42,5	11,0	?	,,	7,1	złom drobnoziarn.
,, ,,	UP SV	22,6	36,0	8,0	?	przez szew	6,9	,,
,, ,,	,,	22,2	38,4	14,0	?	poza dł. pomiar.	6,6	wady spaw.
,, spaw. zmien. prądem	UP ZX	28,7	41,4	13,0	?	przez szew	3,0	,,
,, ,,	,,	31,3	43,2	12,0	?	,,	3,0	,,
,, ,,	UP ZV	29,8	44,3	9,0	?	poza dł. pomiar.	5,9	,,
,, ,,	,,	39,2	44,4	12,0	?	,,	5,8	,,
D. Ulepszone w sposób kombinowany								
Materjał nie spawany	UK	25,3	39,6	33,0	69	—	11,3	—
,, spaw. prądem stałym	UK SX	31,0	45,0	23,0	64	obok szwu	6,0	wady spaw.
,, ,,	,,	30,3	44,8	26,0	64	,,	6,6	,,
,, ,,	UK SV	26,1	40,2	14,0	?	poza dł. pomiar.	5,6	,,
,, spaw. zmien. prądem	,,	24,9	39,3	13,0	?	,,	5,1	,,
,, ,,	UK ZX	30,1	44,0	13,0	?	przez szew	4,4	,,
,, ,,	,,	30,2	43,6	14,0	?	,,	8,5	drobnoziarn.
,, ,,	UK ZV	32,3	45,4	23,0	62,5	obok szwu	5,9	wady spaw.
,, ,,	,,	32,9	46,3	23,5	63,5	,,	3,8	,,

spawany stawialiśmy go w nieco trudniejsze warunki, co, według naszego zdania, powinno jedynie dodatnio wpływać na nasze wywody.

Próbki do badania kruchości przez uderzenie z nacięciem na 10-kilogramometrowym wahadłowym taranie *Charpy'ego* wycinano w wymiarach normalnych, poleconych w 1909 roku przez Kongres Międzynarodowy Stowarzyszenia dla Prób Materjałów Budowlanych w Kopenhadze, a mianowicie 60×10×10 mm. Szew spawany zestrugiwano do równego poziomu z próbką t. j. 10 × 10 mm i umieszczano w geometrycznym środku próbki. Blachy używane do spawania posiadały grubość 11 mm. Odpowiednia obróbka termiczna odbywała się przed ostatecznem przygotowaniem prób. Każde określenie jest średniem z dwóch równolegle dokonanych określeń za wyjątkiem tych stosunkowo rzadkich wypadków, gdy z powodu nadmiernych błędów spawania wyniki badania całkowicie zaprzeczały ogólnej prawidłowości, znajdującej potwierdzenie w podobnych próbach danej i równoległej serji odpowiednich badań. Te, według naszego zdania, anormalne wyniki umieszczono w tablicach na swoich miejscach w nawiasach i przy obliczeniu średnich wartości nie brano ich w rachubę.

§ 37. Przy porównywaniu otrzymanych wyników rzuca się w oczy fakt, że wszystkie próbki spawania w stanie surowym rozrywają się przez szew spawania. Granica proporcjonalności pozostaje prawie niezmienną i identyczną z granicą proporcjonalności w materjale niespawanym podobnież i wytrzymałość w większości wypadków pozostaje bliską do wytrzymałości niespawanego materjału, natomiast wydłużenie (A) i przewężenie (C) są przeważnie znacznie niższe, niż w materjale niespawanym. W najlepszych wypadkach spadało wydłużenie 25 — 30%, w gorszych spadek ciągliwości dochodził do 70 — 80%, a przewężenia w tych wypadkach wogóle nie było. Zrozumiałem jest, że i badania kruchości wykazały w najlepszych wypadkach obniżenie odporności na uderzenie w porównaniu z niespawanym materjałem o 30 a często i o 70—80% poniżej normalnej odporności. W takich wyjątkowych wypadkach na złomach zawsze widoczne były braki spawania w postaci albo niespojonych miejsc, albo pęcherzyków, żużli i t. p.

§ 38. Wyżarzanie, jak się można było spodziewać, obniżało granicę proporcjonalności a również i wytrzymałość. Przy tem obecność szwa spawanego na próbce wytrzymałościowej w znacznie większym sto-

pniu obniżała granicę proporcjonalności niż wytrzymałość.

W trzech próbach z ośmiu (37,5%) złom odbył się nie poprzez szew, a A i C w tych wypadkach wynosiły 80—85% normalnych. W pozostałych pięciu próbach rozerwanie przechodziło przez szew spawany; wydłużenie w tych wypadkach wynosiło 45—30%, a przewężenia nie było prawie zupełnie. Nie ulega wątpliwości, że wyżarzanie ulepszyło do pewnego stopnia ciągliwość szwa spawanego i dotychczasowe wymagania, by materjał spawany bywał wyżarzany, są słuszne i racjonalne. Jednakże we wszystkich wypadkach próby na uderzenie przez szew spawany wykazały mniejsze wartości. Wogóle należy stwierdzić, że zwykłe wyżarzanie, związane zawsze w warunkach fabrycznych z następnem powolnem ochładzaniem, wprowadza w materjał wyżarzony zwiększoną kruchość; zjawisko to nazywają anglicy „temper embrittleness", t. j. kruchość wyżarzania (patrz § 19). Przy zastosowaniu procesu wyżarzania do materjałów, posiadających szew spawany, w razie istnienia w szwie poważniejszych braków, czy to próżni, czy też pęcherzy, następuje znaczne zwiększenie kruchości jeszcze i dlatego, że tlen powietrza, przenikając przez pory do środka takich próżni lub pęcherzy utlenia ich powierzchnie, rozszerza je, a wszystko to razem wzięte osłabia mechanicznie szew. Jasnem jest, że nawet nieznaczne podobnego rodzaju braki spawania zwiększają się przy wyżarzaniu, rozszerzają się na wszystkie strony, a przekrój użyteczny próbki zmniejsza się, stąd też kruchość wzrasta. Widoczna granica spawania w wyżarzonych próbach wygląda tak jak to podano na rys. 58 i 59 (pow. 75).

§ 39. Procesy termicznego ulepszania związane są również z poprzedniem ogrzewaniem do temperatur wyżarzania. Dlatego napewno zachodzić będą wszelkie ujemne zjawiska powstające przy wyżarzaniu. Istotnie na złomach termicznie ulepszonych prób można zawsze stwierdzić nieuzbrojonem nawet okiem większą ilość braków spawania, niż na złomach prób surowych; sprzyja temu w znacznej mierze drobnokrystaliczność złomu prób ulepszonych (patrz rys. 60 i 61, pow. 75). Nie znaczy to jednak, że te wady spawania powstały podczas obróbki termicznej (wyżarzania względnie ulepszania). Niewątpliwie w większości wypadków braki owe znajdowały się już w materjale szwa spawanego, a powstanie ich należy odnieść do okresu spawania. Na złomie surowego szwa spawanego nie było widać tych wad okiem nieuzbrojonem gdyż tło było gruboziarniste. Natomiast na drobnoziarnistem tle ulepszonych prób nawet najmniejsze braki spawania występują tak wyraziście, że łatwo można je stwierdzić wprost gołem okiem.

Związane z przebiegiem procesu ulepszania (podczas hartowania) szybkie przejście przez okres temperatur przemiany allotropowej $\gamma \rightarrow \alpha$ uwarunkowuje otrzymanie drobnoziarnistej budowy (patrz § 29), a ponowne odpuszczanie (UH), lub ściślej dwa następne odpuszczania (UK), patrz § 35, usuwają wszelkie objawy naprężeń, związanych z szybkiem przejściem zakresu przemian allotropowych, albo też z szybkiem przejściem zakresu temperatur poniżej 400°. Istotnie w obu wypadkach ulepszania (patrz tabl. 1) mamy do czynienia z pewnem podwyższeniem granicy proporcjonalności i wytrzymałości; wartości wydłużeń i przewężeń pozostają prawie te same co w materjale wyżarzonym, a ilość rozerwań przez szew spawany w próbkach ulepszonych znacznie zmniejsza się. Zwykłe ulepszanie (UP) dało pięć rozerwań poza szwem spawanym na ogólną ilość ośmiu próbek, ulepszanie kombinowanie (UK) dało 6 na 8 co przedstawia około 75%.

Podobnie we wszystkich wypadkach wzrosła znacznie odporność szwa spawanego przeciw uderzeniom, średnio dla prób ulepszonych jest ona o 66% wyższą w porównaniu z przeciętną odpornością przeciw uderzeniom dla surowego materjału szwa spawanego, a o 150% wyższą w porównaniu z szwem wyżarzonym.

§ 40. Oddawna spotykamy się z całkowicie uzasadnioną krytyką wyżej zastosowanego sposobu badania wytrzymałości szwa spawanego zapomocą prób na rozerwanie próbek ze szwem spawanym pośrodku. Krytyka słusznie zaznacza, że w tych wypadkach, gdy mamy do czynienia z rozerwaniem przez szew spawany, jedyną przyczyną zerwania są wady spawania. Wrazie, gdy rozerwanie następuje obok szwa spawanego, to otrzymane wyniki odnieść należy nie do materjału szwów lecz do materjałów spawanych. Z tego powodu opierając się na podobnego rodzaju badaniach, nie można sądzić o wytrzymałości. a tem mniej o ciągliwości właściwego szwa spawanego. A zatem istotne właściwości szwa spawanego nie dają się przy takich próbach na rozerwanie ujawnić.

Nieocenioną usługę przy oznaczaniu mechanicznych właściwości materjału szwa spawanego oddają badania na uderzenie. Z odporności materjału szwa spawanego wobec raptownych uderzeń (dynamiczne badania) możemy wnioskować o jego ciągliwości i o jego istotnej wytrzymałości, naturalnie tylko w tym wypadku, gdyby udało się nam otrzymać szew spawany bez szczególnie szkodliwych wad spawania. W przeciwnym wypadku wyniki badań na uderzenie wykażą zbyt niskie wartości i nie mogą być brane do obliczeń. Z tego powodu przedsięwzięliśmy szereg badań na rozerwanie prób spawanych z podłużnym szwem spawanym. W wypadkach tych szew spawany posiadał z obu stron płaskiej próbki szerokość około 14—12 mm w szerokiej części i 8 mm w wąskiej przy szwie X i około 16—8 mm przy szwie V, co przy ogólnej szerokości próbki na rozerwanie równej 25 mm dawało na przekrój właściwego szwa spawanego w pierwszym wypadku około 42% przekroju użytecznego (całego), a w drugim około 48%. Wyniki tego rodzaju badań pomieszczono w tablicy 10.

Pierwsze, co rzuca się przy tem w oczy, to brak ciągliwości i zbyt nieznaczne przewężenie we wszystkich spawanych próbkach. Drugą charakterystyczną rzeczą jest, że złomy wszystkich prób przechodziły właśnie w tych miejscach, gdzie znajdowały się większe lub mniejsze wady spawania. Ostatnia okoliczność jest zupełnie zrozumiała: obecność wad spawania w tych miejscach w znacznej mierze osłabiała użyteczny przekrój próbki i naprężenia rozciągające gromadziły się na mniejszym przekroju. Trzecim charakterystycznym punktem było, że żadna obróbka termiczna w żadnym wypadku nie dała jakichkolwiek ulepszeń, przeciwnie w większości wypadków wypada stwierdzić nawet pewne zmniejszenie ciągliwości. Objaśnienie tego, na pierwszy rzut oka nieprawdopodobnego zjawiska (porównaj dane tablicy 9 i tekst § 39), znajdujemy przy badaniu złomów. Okazuje się, że złomy przy rozerwaniu prób z podłużnym szwem spawanym przechodziły w miejscach posiadających wady spawania: natężenia rozrywające gromadziły się w miejscach najsłabszych (porównaj tekst § 22).

W próbach na zozerwanie z poprzecznym szwem spawanym o przekroju 25×11 mm stosunkowo często zdarzały się wypadki nienagannego szwa spawanego, w tych wypadkach udawało się w znacznym stopniu

TABLICA 10.

Badania wytrzymałości szwa spawanego. Szew podłużny.

OBRÓBKA MATERJAŁU	Znakowania	Q	R	A	C	UWAGI
A) Surowe.						
materjał nie spawany	S	27,6	39,7	29,0	58,0	
„ spaw. stałym prądem	SSX	30,7	38,8	11,7	25,0	małe wady spawania
„ „ „ „	SSV	27,0	30,1	6,0	16,5	duże wady spawania
„ „ zmiennym prądem	SZX	30,3	34,5	8,0	25,5	duże wady spawania
„ „ „ „	SZV	31,7	36,3	9,0	27,0	wady spawania
B) Ulepszone w sposób zwykły.						
Materjał nie spawany	UP	33,8	46,8	26,7	62	
„ spawany stałym prądem	UPSX	31,8	43,1	10,8	33,0	małe wady spawania
„ „ „ „	UPSV	29,1	29,5	?	10,0 (?)	duże wady spawania
„ „ zmiennym prądem	UPZX	32,4	39,4	8,0	29,0	wady spawania
„ „ „ „	UPZV	30,7	37,5	6,7	23,5	duże wady spawania
D) Ulepszone w sposób kombinowany.						
Materjał nie spawany	UK	32,4	44,5	27,5	62	
„ spawany stałym prądem	UKSX	28,7	36,9	4,0 (?)	?	d. wad. spaw.; poza dług. pomiar.
„ „ „ „	UKSV	27,6	(?),	4,0	18,0	duże wady spawania
„ spawany zmiennym prądem	UKZX	27,6	36,6	10,0	27,0	„ „ „
„ „ „ „	UKZV	30,7	37,6	6,7	23,5	„ „ „

ulepszyć szew zapomocą obróbki termicznej. Jeszcze większą pewność ulepszenia termicznego otrzymamy dla tych samych przyczyn przy badaniach na uderzenie, gdzie szew spawany posiada przekrój jedynie 10×10 mm. Natomiast na przekroju szwa spawanego wynoszącym 160×11 mm (całkowita długość prób na rozerwanie z podłużnym szwem spawania wynosiła 250 mm, użyteczna zaś długość miała około 160 mm) takie idealne wypadki braku wad spawania przy zwykłych technologicznych warunkach spawania mogły być bardzo rzadkie z zupełnie zrozumiałych przyczyn (patrz § § 32 i 33). Na wszystkich ośmiu termicznie ulepszonych a następnie badanych na rozerwanie próbach znajdowały się w różnych miejscach długości szwa spawanego pewne czasami minimalne wady spawania, zupełnie jednak dostateczne do miejscowego osłabienia przekroju badanej próbki na rozerwanie w tym stopniu, żeby natężenia rozrywające, skupiwszy się w tem słabem miejscu mogły spowodować przedwczesne rozerwanie się próbki. Dlatego też nie otrzymaliśmy ulepszenia ciągliwości w ulepszonych próbkach z podłużnym szwem spawania. W badaniach tego rodzaju znajdujemy nowe potwierdzenie wyżej wykazanego mniemania (porównaj wyniki badań ułożonych w tabl. 4), że zapomocą obróbki termicznej można doskonale ulepszyć jedynie czysty i zdrowy metal, a w odniesieniu do spawania, że ulepszeniu podaje się jedynie dobry szew spawany bez wad spawania i że w obecności takich wad spawania obróbka termiczna jedynie pogarsza i tak już liche mechaniczne właściwości materjału podobnego szwa spawanego. Podczas podobnej obróbki termicznej (wyżarzania) wszelkie rysy, szczeliny, pęknięcia i pęcherze rozszerzają się, powiększają swe wymiary i tem samem w znacznym stopniu zmniejszają użyteczny przekrój materjału. To rozszerzanie się zachodzi zwłaszcza podczas następnego hartowania dzięki docieraniu do szczelin płynu lub powietrza przy ostrych zmianach temperatur.

(d. c. n.)

Inż. Z. KLĘBOWSKI. — Kielce.

NIEUMIEJĘTNE USZCZELNIANIE SZWÓW W KOTŁACH PAROWYCH JAKO PRZYCZYNA NADMIERNYCH NAPRĘŻEŃ.

Znana jest zasada unikania w oddzielnych częściach składowych konstrukcyj raptownych zagięć oraz nagłej co do wielkości i kształtu zmiany przekroju.

Zasada ta jest ogólna: dotyczy zarówno części lanych, jak i kutych, oraz części, którym kształt ostateczny nadajemy na obrabiarkach, wykończając je po odkuciu lub bezpośrednio z większego kawałka bez odkuwania.

Powstające najczęściej w miejscach zagięć, naprężenia gnące rozkładają się w ten sposób, iż odpowiednie krańcowe naprężenia jednego znaku (naprzykład dodatnie) są znacznie większe na koszt odpowiednich krańcowych naprężeń drugiego znaku (naprzykład ujemnych), a różnica ta, przy zachowaniu kształtu przekroju, rośnie ze stosunkiem wielkości przekroju danej części do promienia zaokrąglenia.

Zjawisko nierównomiernego rozsiania naprężeń w przekroju ma również miejsce w części poddanej rozciąganiu lub ściskaniu, a posiadającej raptowne przejścia wielkości przekroju lub jego kształtu, chociażby część ta posiadała oś prostą. W tym wypadku nie-

równomierność rozsiania naprężeń w pewnych przekrojach może być również znaczną.

Ponieważ przy prawidłowem obliczeniu należy brać w rachubę zawsze miejsca przekroju najbardziej narażone na pękanie, konstrukcja, która dopuszcza nierównomierne rozsianie naprężeń w przekrojach jest zawsze niekorzystną, w zestawieniu z konstrukją o stałej wytrzymałości i powoduje w pewnych miejscach zbyteczne skupienie materjału bez względu na osłabienie miejsc innych.

W konstrukcji prawidłowej, że względu na wytrzymałość i trwałość, należy stosować oddzielne części o możliwie jednakowej wytrzymałości.

W miejscach posiadających zagięcia przy jednoczesnej raptownej zmianie przekroju, co do kształtu lub wielkości, omawiane zjawiska kojarząc się potęgują zło.

Na omawiane zjawiska mają również znaczny wpływ uboczne okoliczności, a więc:

1. W częściach lanych powstają naprężenia już w samej chwili zastygania materjału; naprężenia te można znacznie spotęgować przez niewłaściwy dobór kształtu nadanego modelowi.

2. Jeżeli część konstrukcji poddawana jest działaniu obciążenia, raptownie zmieniającego się (uderzenie), wówczas nawet przy bardzo łagodnem przejściu od mniejszego do większego przekroju, mogą powstać w pewnych przekrojach, burzące materjał naprężenia, dzięki skupieniu materjału w pewnych miejscach co wywołuje skoncentrowanie się w innem miejscu znacznej części całej pracy odkształcenia.

O ile omawiana część konstrukcji jest prętem prostym z jednorodnego materjału, poddanym uderzeniom rozciągającym, wówczas można poprawić konstrukcję przez odjęcie materjału w przekrojach większych, ścieniając je do wymiarów przekroju najmniejszego, sprzyjając w ten sposób równomierniejszemu rozkładowi pracy odkształcenia na całej długości pręta.

3. W częściach, którym nadajemy kształtu, ostateczny kształt na obrabiarkach, na stopień nierównomierności rozsiania naprężeń może mieć wpływ okoliczność, czy włókna materjału były przez uprzednie odkucie właściwie skierowane, czy też niezależnie od ich kierunku w surowym kawałku materjału, wycięto na obrabiarce przedmiot ostateczny z większego kawałka.

4. W materjałach ciągliwych, stopień nierównomierności rozsiania naprężeń w przekroju, zmienić się może już podczas pierwszego obciążenia w różnych stadjach — poczynając od zera do pewnej wielkości i zmiana ta może iść dalej przy następnych obciążeniach, o ile obciążenia te w pewnych punktach przekroju wywołują naprężenia przekraczające granice sprężystości czy płynności.

Każde zagadnienie, traktowane ogólnie, nastręcza szereg trudności, często niełatwych do przezwyciężenia.

W celu zdania sobie dokładnie sprawy z jakiegoś określonego zjawiska, należy wyodrębnić je z całego szeregu ubocznych okoliczności w różnych wypadkach, rozmaicie występujących, a zawsze niweczących przejrzystość zagadnienia zasadniczego. Tak naprzykład w zagadnieniu nas interesującem, a mianowicie: niewłaściwe uszczelnianie szwów nitowych w kotłach parowych—jako przyczyna nadmiernych naprężeń, będziemy mieć na uwadze:

1. Ciało o przekroju prostokątnym, wyodrębnione z blachy w postaci próbki.

2. Nie będziemy uwzględniać własności sprężystych blachy—przypuszczając, iż operujemy z tworzywem—doskonale sprężystem.

3. Nie będziemy uwzględnieć zmian zachodzących w samym materjale przy uszczelnianiu (zgniot) i brać jedynie pod uwagę będziemy zmiany co do wielkości i kształtu, jakie zachodzą w przekroju blachy w miejscu uszczelnionem.

4. Będziemy przypuszczali, iż na całej przestrzeni miejsca uszczelnianego panują w przekrojach równoległych do linji uszczelniania, równomiernie rozsiane naprężenia, nie uwzględniając wpływu, jaki może wywierać na zjawisko obecność sąsiedniego szwu nitowego.

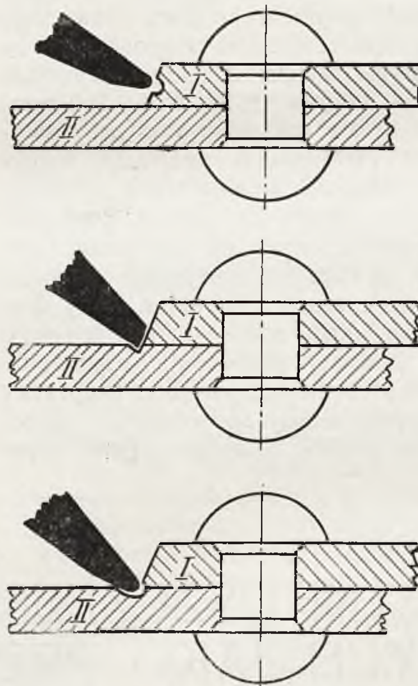
5. Odkształcenie blachy spowodowane przez uszczelnienie utożsamiać będziemy z typowemi wycięciami w próbkach, których wyniki badania obieramy za punkt wyjścia do swych rozważań.

6. Obciążenie rozpatrywać będziemy jako statyczne, to jest rosnące zwolna od zera.

7. W odkształconej przez uszczelnianie blasze kotła nie będziemy uwzględniać wygięcia, przyjmując ją jako płaską.

Dopiero po zdaniu sobie sprawy z zasadniczego zagadnienia, ujętego w takie ramki, możemy dodatkowo uwzględnić wpływ różnych ubocznych czynników.

Ze względu na ostateczny efekt, niezależnie od samego rodzaju wykonania uszczelnienia, ręcznie lub maszynowo, można wskazać na następujące, najczęściej spotykane sposoby uszczelnienia, a mianowicie jak na rys. 1, na rys. 2 i rys. 3.



Rys. 1—3.

Wskazany na rys. 1 sposób uszczelnienia krawędzi blachy jest godny zalecenia. Przy tworzeniu doszczelniakiem w krawędzi blachy I rowku w pobliżu blachy II krawędź ta przygina się szczelnie do blachy n i e nadwyrężając jej. W razie potrzeby ponownego uszczelnienia, zabieg można kilkakrotnie powtarzać bez uszkodzenia blachy II.

Wskazany na rys. 2 sposób uszczelnienia krawędzi I, w zasadzie poprawny, jednak nieumiejętne stosowanie go, powoduje często nacinanie, (kaleczenie) blachy II.

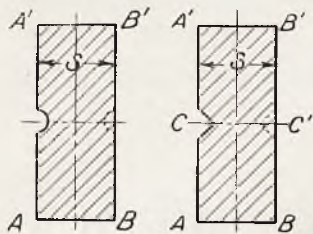
Nieznaczne początkowo uszkodzenie blachy II, przy każdem następnem doszczelnianiu zwiększa się.

Najwadliwszy sposób uszczelnienia przedstawia rys. 3.

Pomimo to, iż wadliwość takiego uszczelnienia jest rażąca i nie przedstawia żadnej wątpliwości, jednak spotyka się jeszcze dość często, szczególnie przy łatach stawianych w celu naprawy kotła.

Ponieważ przy każdem późniejszem doszczelnianiu takiego miejsca, uszkodzenie blach II stale się zwiększa, to po pewnym czasie stan blachy II zmusza do wycięcia większego otworu i postawienia nowej łaty.

Uszkodzenia blachy wynikające ze sposobów uszczelnienia wskazane na rys. 3 i 2 sprowadzimy do wycięć w blasze rys. 4 i rys. 5 z jednej strony blachy grubości S lub z obydwu. Wycięcie na rys. 4 przyjmiemy jako półokrągłe, zatoczone promieniem ze środka znajdującego się na krawędzi AA' wycięcie zaś na rys. 5 uważać będziemy jako tworzące kąt prosty i symetryczne względem osi CC'.



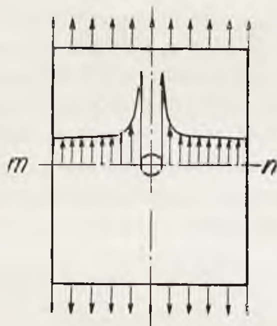
Rys. 4 i 5.

Dla skrócenia będziemy nazywać, bez względu na to czy wycięcie jest jednostronne czy dwustronne, wycięcie na rys. 4 — wycięciem typu A, wycięcie zaś przedstawione na rys. 5 — wycięciem typu B.

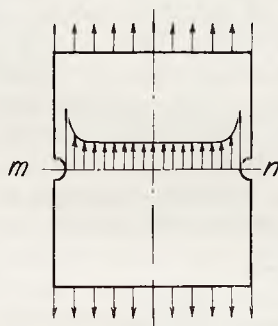
Aby zdać sobie sprawę z pływu uszkodzeń przez uszczelnianie typu A na wzrastanie naprężeń w pewnych punktach blachy, rozpatrzmy rozkład naprężeń według linji mn w płycie rys. 6, osłabionej okrągłym otworem w środku i rozkład naprężeń według linji mn w płycie osłabionej półkolistemi wycięciami rys. 7, jeżeli płyty te, jak wskazują szkice poddawane są rozciąganiu przez zewnętrzne obciążenie równomiernie rozsiane na dwóch równoległych krawędziach (szerokość tych krawędzi porównywać będziemy z grubością pełnej blachy, a osłabiany wymiar według linji mn ze zmniejszoną przez uszczelnienie grubością blachy kotła),

W obydwu wypadkach (rys. 6 i 7) w przekroju mn naprężenia rozsiewają się nierównomiernie.

W założeniu, że otwory posiadają średnice bardzo małe w porównaniu z szerokością płyty i że materjał płyty w granicach nam potrzebnych jest doskonale sprężysty, największe naprężenia, które skupiają się



Rys. 6.



Rys. 7.

przy samym otworze, są w wypadku rys. 6 — *trzy razy większe*, a w wypadku rys. 7 *dwa razy większe* od średniego panującego w przekroju mn a otrzymanego przez podzielenie siły rozciągającej na wielkość przekroju mn[1])

W miarę jak stosunek wymiarów szerokości próbki do średnicy otworu w wypadkach spotykanych w praktyce, zbliża się do powyższych założeń, najmniejsze naprężenia w przekroju mn zbliżają się do naprężeń średnich.

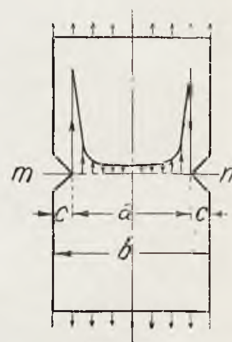
Rezultaty tych badań teoretycznych nie są bez znaczenia dla praktyki, gdyż stosunek średnicy otworu do szerokości płytki nie jest wielkością nieskończenie małą. W tych jednak wypadkach wielkością 3 (rys. 6) lub 2 (rys. 7) nie jest charakteryzowany stosunek największego naprężenia do średniego, lecz do wielkości tych *3* względnie *2* zbliża się stosunek największego naprężenia do najmniejszego.

W wypadku przedstawionym na rys. 6 przy stosunku średnicy otworu do szerokości płyty około 1:8 [1]) stosunek naprężenia największego do najmniejszego wynosi nie 3 lecz 2352:872=2,7. W wypadku przedstawionym na rys. 7 przy stosunku średnicy otworów do pełnej szerokości płyty 1:4 [2]) (czyli stosunku zmniejszonej szerokości do pełnej szerokości blachy 1:2) wartość naprężeń największych jest o 92% większa od wartości naprężeń najmniejszych, to jest stosunek tych naprężeń wynosi nie 2 lecz 1,92. Rezultaty te otrzymano w laboratorjum na zasadzie badań nie zaś drogą teoretycznych rozważań.

Dane powyższe pozwalają nam wyrobić sobie pojęcie o stopniu nierównomierności rozsiania naprężeń w przekrojach mn płytek rys. 6 i rys. 7 przy wymiarach spotykanych w praktyce [3]).

Przyczyny, dla których nierównomierność rozkładu naprężeń w wypadku rys. 6 jest znacznie większa jak nierównomierność rozkładu naprężeń w wypadku rys. 7, można upatrywać w oddziaływaniu w różny sposób sąsiednich włókien na włókna poddane największym naprężeniom. Prawdopodobnie też to niejednakowe oddziaływanie w obydwu wypadkach jest przyczyną różnych w tych wypadkach naprężeń poprzecznych, to jest w kierunku prostopadłym do naprężeń omawianych wyżej i różnego sposobu rozsiania ich w przekroju mn.

Aby zdać sobie sprawę z wpływu uszkodzeńprzez uszczelnienie typu B na wzrastanie naprężeń w pewnych punktach blachy zwróćmy uwagę na rozkład naprężeń według linji mn w płycie rys. 8, osłabionej obustronnie jednakowemi, symetrycznemi względem linji mn wycięciami, tworzącemi kąt prosty [5]).



Rys. 8.

Przy wymiarach próbki: b=75 mm, a=65 mm; c=5 mm największe naprężenia w rogach wycięć są 4646:750=6,2 razy większe od średniego naprężenia panującego w przekroju mn Stosunek zaś największego naprężenia do najmniejszego w tym przekroju wynosi 4646:685 = około 6,8.

Przy wymiarach próbki: b = 75 mm; a = 45 mm; c = 15 mm, największe najprężenia w rogach wycięć są 3885:750=5,2 razy większe od średniego naprężenia

---

[1]) Twierdzenie to znajduje się w drugiej części książki prof. S.P. Timoszenko „Kurs Teorji Uprugosti", która wyszła w Rosji w pierwszych dniach rewolucji i u nas nie jest rozpowszechniona.

[1]) Omawiany wypadek wzięto ze str. 115 dziełka „Nieten und Schweissen der Dampfkessel" von E. Höhn. 1925 r.

[2]) Rezultaty badań wykonanych w ostatnich latach przez prof. dr. E. G. Coker'a, patrz artykuł tego badacza w „Przegl. Techn". Nr 43, rocznik 1925.

[3]) Przy ściskaniu mamy ten sam rozkład naprężeń w przekroju mn — analogja jednak ginie w wypadku szpary poprzecznej, w tym bowiem wypadku przy ściskaniu nie ujawnia się zaburzeń w równomierności rozsiania naprężeń; natomiast przy rozciąganiu w końcach szpary koncentrują się naprężenia, teoretycznie, nieskończenie wielkie.

[4]) Spalckhaver — Schneiders — Rüster. Die Dampfkessel, drugie wydanie strona, 367.

nia w przekroju *mn*, stosunek zaś największeno naprężenia do najmniejszego wynosi 3885:536=7,25.

Z powyższych przykładów widzimy, iż nie wystarcza uwzględniać jedynie osłabienie przekroju blachy przez wadliwe uszczelnienie; że naprężenia w pewnych punktach blachy wzdłuż wymiaru jej grubości wielokrotnie przekraczają średnie naprężenia panujące w przekroju. Naprężenia w tych punktach mogą nie tylko przekraczać granicę płynności lecz nawet granicę doraźnej wytrzymałości. Przez zgniot materjału w miejscach uszkodzonych, to jest przez trwałe przesunięcia w obrębie kryształów — zło to może być jeszcze potęgowane, jakoteż potęguje je zachodzące tu często zjawisko zginania oraz obecność nitów w szwie, wpływających na nierównomierność rozsiania średnich naprężeń w grubości blachy wzdłuż rowku uszczelnienia.

Należy przeto wyrazić życzenie, by odpowiednia Podkomisja—P.K.N. — uzna za stosowne opracowanie obowiązujących warunków w jakich uszczelnianie powinno się odbywać i określi prawidłowe kształty i wymiary, doszczelniaków [1]).

[1]) Termin ten wzięto z dziełka „Kotły Parowe i ich Obsługa" profesora E. Chromińskiego.

O WYBORZE EKONOMICZNEGO GATUNKU WĘGLA.

Przy wyborze paliwa, częstokroć licząc się z warunkami nabycia, właściciel instalacji nie kalkuluje dokładnie, który gatunek węgla byłby najekonomiczniejszy.

Warunki płatności i kredytu, odgrywające dużą rolę przy wyborze paliwa, nie powinny być decydujące gdyż te względy najczęściej są de facto zabójcze pod względem oszczędnościowym.

Jako przykład przytoczymy błędną kalkulację w jednym z dużych młynów, który skusiwszy się na kredyt kilkomiesięczny, palił źle wybranym gatunkiem węgla.

Młyn posiada kocioł wodnorurowy o powierzchni ogrzewalnej 68 m², przegrzewacz 18 m² na ciśnienie robocze 13 at ze zwykłym płaskim rusztem o powierzchni 2 m². Temperatura pary za przegrzewaczem około 260° C.

Maszyna parowa tandem z kondensacją o słabej próżni.

Młyn znajduje się w odległości kilkuset kroków od stacji kolejowej i za przewóz węgla od kolei do młyna płaci 1 zł. 50 gr. od tony.

Młyn miał do rozporządzenia następujące gatunki węgla:

1) Orzech o wartości opałowej 5079 ciepł. (według analizy Centr. Labor. Cukr. i cenie 20,00 (loco kopalnia)+12,00 (przewóz koleją)+1,50 (przewóz końmi)=33,50 zł. za tonę, loco młyn.

2) Kostkę o wartości opałowej 6518 ciepł. i cenie 30,00+12,00+1,50=43,50 zł. za tonę, loco młyn.

3) Miał o wartości opałowej 6193 ciepł. i cenie 11,00+11,00+1,50=23,50 zł. za tonę, loco młyn.

1 miljon ciepłostek loco młyn kosztował:

1) 6 zł. 89 gr. 2) 6 zł. 60 gr. 3) 3 zł. 80 gr.

Już powyższe zestawienie wykazuje niewłaściwość palenia orzechem podanym na wstępie.

Próby porównawcze palenia wyżej wskazanemi gatunkami węgla dały wyniki następujące: (woda nie mogła być mierzona).

Węgiel	Orzech 5079 cpł.	Kostka 6518 cpł.	Miał 6193 cpł.
Obciążenie maszyny	155 KMi	159 KMi	159 KMi
Przemiał na godzinę . . .	17,15 q	20,25 q	16 q i światło
Waga holenderska żyta . .	110 f.w.h.	116 f.w.h.	114 f.w.h.
Mąka	58%	58%	58%
Spalono na godzinę	310 kg.	200 kg.	252 kg.
Spalono na 1 m² pow. rusztu	155 kg.	100 kg.	125 kg.
Rozchód węgla w %% do przemielonego zboża	18,05	9,9	łącznie 15,6 ze światłem
Koszt paliwa 1 godz. . . .	10,4 zł.	8,7	5,87 zł.
Koszt paliwa na 1 q przemiału	60,7 gr.	43 gr.	36,7 gr.
Oszczędności na paliwie na 2 q przemiału	—	17,7 gr.	24 gr.
Oszczędności na paliwie przy przemiale 450 q na dobę .	—	około 80 zł.	około 100 zł.
Oszczędności na paliwie przy 280 rob. dniach w roku .	—	przeszło 20,000	przesz. 28,000

Ostatnie rezultaty dotyczą prób palenia miałem na zwykłym ruszcie. Po przerobieniu rusztu stosownie do potrzeby na ruszt z wdmuchem, rozchód miału wyraził się cyfrą około 200 kg na godz., t. j. koszt paliwa na godzinę wynosił około 4 zł. 70 gr. Oszczędności więc na paliwie po przebudowie paleniska i przejściu na miał wyrażą się przy 280 roboczych dniach sumą przeszło 30,000 złotych rocznie, co nawet dla dużego przedsiębiorstwa stanowi poważną sumę.

W sąsiednim młynie znajduje się lokomobila sprzężona 170 — 205 — 235 KM Wolfa z kotłem o pow. ogrzewalnej 34,5 m² i pow. przegrzewacza 39 m², pow. rusztu 1,2 m², opalana węglem grubym o wartości opałowej 5630 ciepł. i cenie 39 zł. za tonę, loco młyn.

Próby porównawcze palenia tym węglem i miałem o wartości opałowej 6015 ciepł. i cenie 20 zł. tona, loco młyn dało następujące rezultaty:

Węgiel	Gruby 5630 cpł.	Miał 6015 cpł.
Obciążenie maszyny . . .	151 KMi	155 KMi
Przemiał na godzinę . . .	15,9 q	15,8 q
Waga holenderska żyta . .	115 f.w.h.	115 f.w.h.
Mąka	60%	60%
Spalono na godzinę . . .	156 kg.	155 kg.
Spalono na 1 m² pow. rusztu	130 kg.	129 kg.
Rozchód węgla w % do przemielonego zboża . . .	9,8%	9,8%
Koszt paliwa na 1 godz. . .	6 zł. 8 gr.	3 zł. 10 gr.
Koszt paliwa na 1 q przemiału	38,2 gr.	19,6 gr.
Oszczędność na paliwie na 1 q przemiału	—	18,6 gr.
Oszczędności na paliwie przy przemiale 400 q na dobę .	—	około 72 zł.
Oszczędności na paliwie przy 280 rob. dniach w roku .	—	przeszło 20,000 zł

Zaznaczyć należy, że miał spalany był na zwykłym ruszcie, co stwarzało nienormalne warunki dla spalania miału.

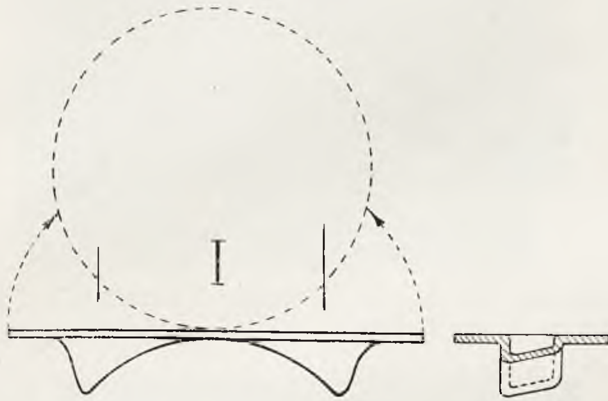
Przy przejściu na właściwe palenisko z wdmuchem dla opalania miałem rezultaty mogą być jeszcze lepsze.

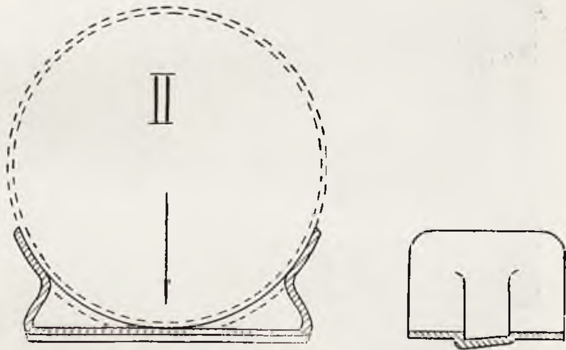
S. B.

PĘKANIE BLACH W KOTŁACH SYST. BABCOCK & WILLCOX.

W kotłach syst. Babcocka sekcje łączone są z walczakami zapomocą krótkich opłomek i, przynitowanych do walczaka, fasonowych kieszeni.

Kieszeń wytłaczana jest z grubszej blachy zapomocą kilku prasowań, których etapy są następujące: (patrz rys. 1).





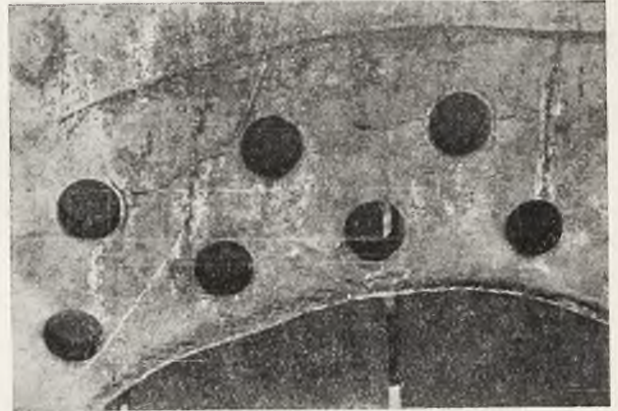
Rys. 1.

W blasze wytłaczane są najpierw dwie kieszenie (I), a następnie cała blacha wyginana odpowiednio do obrysia walczaka (II).

Blacha kieszeni jest znacznej grubości, jak np. przy kotłach o ciśn. 12—15 at około 30 mm. Kieszeń taka po wytłoczeniu i wyżarzeniu musi być starannie ściśle podług średnicy walczaka obtoczona.

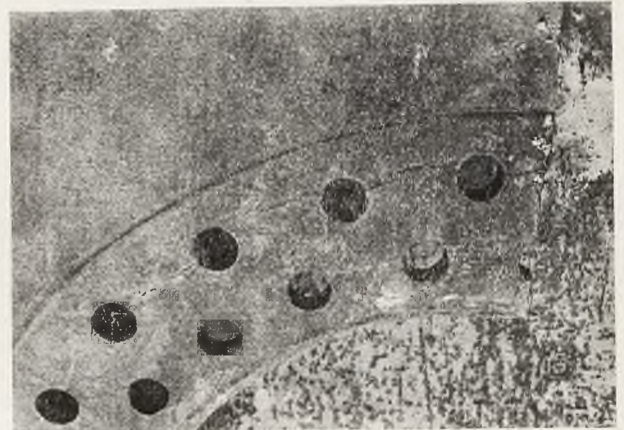
Złe dopasowanie lub też dopasowywanie następnie w czasie montażu na zimno, lub nawet przy lokalnych podgrzewaniach może pociągnąć za sobą dość przykre następstwa.

Do jednej z instalacyj łódzkich dostarczone były w r. 1913—4 kotły po 16 at, ciśn. rob. i po 433 m² pow. ogrz. (górne walczaki 1372 mm i grub. blach 18 mm). Przez czas wojny kotły nie pracowały. Po uruchomieniu zaś kotłowni po wojnie walczaki zaczęły pękać u połączenia z powyższemi kieszeniami.



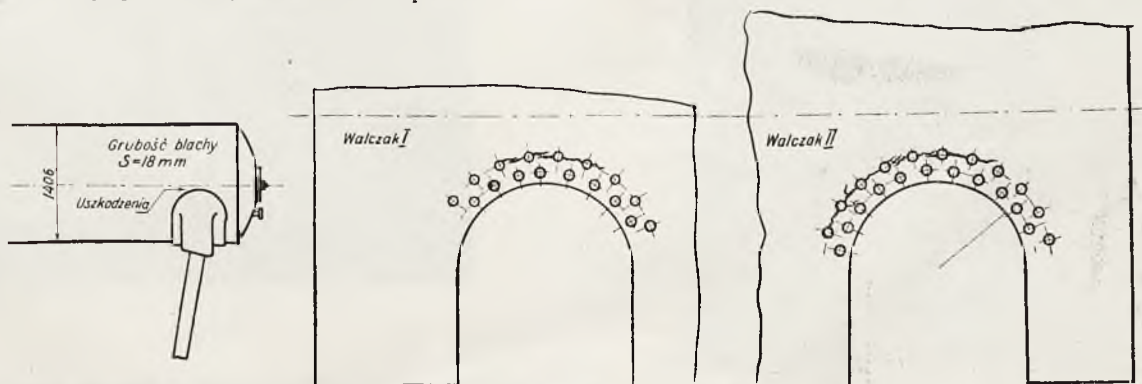
Rys. 3.

Pierwsze dwa wypadki, przedstawione na rys. 2 oraz na rys. 3 i 4 skłoniły do podejrzeń, że materjał użyty na budowę kotła był niewłaściwy. Świadectwa blach wydane przez hutę Thyssena wskazywały, że



Rys. 4.

blacha użyta miała doraźną wytrzymałość od 34,9 — 36,6 kg/mm przy ciągliwości 28,5 — 33% t. j, odpowiadała warunkom przepisanym.



Rys. 2.

Uszkodzone obydwa kawałki blach poddane były próbom w laboratorjum Akademji Górniczej i dały na stępujące wyniki:

Skład chemiczny	walczak a	walczak b
C	0,095%	0,1%
Si	0,012	0,011
Mn	0,43	0,43
P	0,08	0,07
G	0,041	0,035



I×65.

Analiza wykazuje, że blachy obu uszkodzonych kotłów są mniej więcej jednakowe.



II×130.

Badania metalograficzen wykazały wielką ilość wtrąceń żużli; charakter żużli jest kwaśny.



III×130.

Szlify poprzeczne wykazały silną warstwowość— żużle są wtrącone w warstwy ferrytowe (trawionka I



IV×130.

poprzeczna powiekszona 65-krotnie — trawionki II i III, podłużne — 130-krotnie.



V×130.

Charakter pęknięć przedstawiony jest na trawionkach IV i V (powiększonych 130-krotnie). Z trawionek wynika, że od szerokiej i głębokiej szczeliny rozgałęziają się boczne szczelinki, idące przeważnie wzdłuż granic kryształów ferrytu.



VI×270.

Wtrącenie żużli, napotykane na drodze rozgałęziających się szczelin, łatwo się kruszą i pozostawiają

zagłębienia, które następnie powiększają się wskutek korozji i zwiększają efekt zniszczenia. Miejsca te na szlifach wyglądają ciemno. Jeśli obserwować brzegi starych szczelin, które widocznie najpierw powstały,



VII×270.

to można często twierdzić, że szczeliny te idą przeważnie wzdłuż kruchych wtrąceń żużlowych, obcho-



VIII×130.

dząc ziarnka ferrytu po ich granicach (trawionki VI i VII, powiekszone 270-krotnie).



IX×130.

Od brzegu złomu do wnętrza metalu idą drobne, liczne, niegłębokie szczeliny, przebiegające od jednego perlitowego ziarnka do drugiego, lub do żużli do ziarna perlitu, omijając ziarnka ferrytu (trawionka VIII).

Na przekroju poprzecznym przebiegają takie szczelinki przeważnie prostopadłe do kierunku warstwowości (trawionki IX — X powiększ. 130-krotnie.



X×130.

Badania wytrzymałości na rozerwanie przy 18°C w stanie surowym i wyżarzonym przy 925° C w ciągu trzech godz. dały rezultaty:

Blachy WALCZAK I	granica plastycz.	doraźna wytrzym.	wydłużenie	przewężenie
Próbki podłużne				
surowe	20,7 kg/mm²	33,6 kg.	24%	66%
wyżarzone	21,8	33,7	34	65,4
Próbki poprzeczne				
surowe	22,7	33,9	26,3	62,0
wyżarzone	24,0	33,0	30,3	65,4
WALCZAK II				
Próbki podłużne				
surowe	—	35,2	16,6	—
wyżarzone	21,4	34,1	30,9	64,5
Próbki poprzeczne				
surowe	23,4	35,4	29,7	57,0
wyżarzone	22,4	35,2	32,6	64,3

Próby na przetrącenie przy + 18°

Tempert. badania	Walczak I	Walczak II
— 12°	2,3 kg m/cm.²	1,48 kg m/cm²
+ 18°	8,31	6,54
+ 90°	11,37	11,11
+150°	11,88	—
+200°	10,46	10,22
Po wyżarzeniu przy 925° w ciągu 2-ch godzin.	7,19	6,94

Laboratorjum na mocy powyższych cyfr oceniło, że blachy zawierają większe od przeciętnych (0,04) ilości fosforu oraz większe ilości żużla zwłaszcza tlen-



Rys. 5

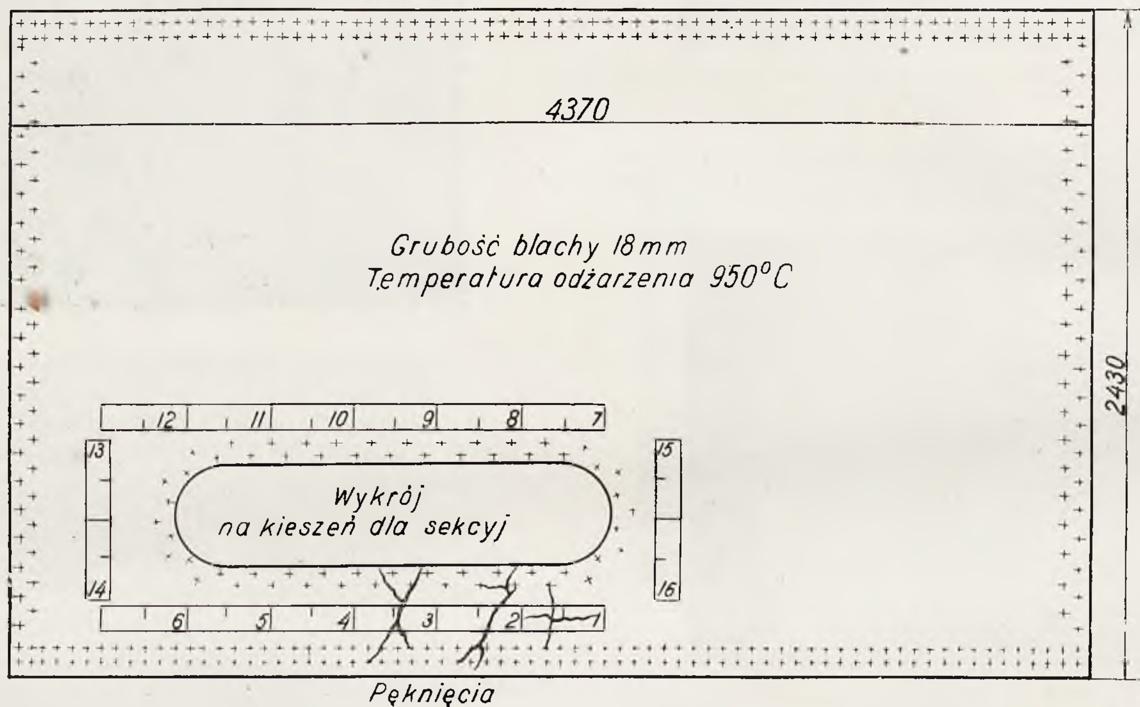
ków, co powoduje kruchość materjału przy temperaturach bliskich i niższych od $+18^0$.

Za przyczynę pęknięć należy uważać miejscowe naprężenia powstałe wskutek *lokalnego ogrzewania* przy nitowaniu, wskutek zgniotu na zimno oraz wskutek niesymetrycznego ułożenia otworów na nity.

W trzecim wypadku po odnitowaniu okazało się, że kieszeń miejscami nie dochodziła do walczaka na 8 mm. Blachy były podociągane w czasie nitowania, tak, że dziury zostały pozsadzane — same zaś nity wykonane były według załączonych fotografji (rys. 5).

Nic więc dziwnego, że tak zniekształcona blacha musi pękać.

Słuszną też jest ocena takiej niemieckiej eksportowej roboty przez Prof. Bacha znanemit słowami „Billig und Schlecht". Jak niebezpieczne jes dopasowanie blach zapomocą lokalnych podgrzewań, bądź na koksie bądź wprost zapomocą rozgrzewanych ni-





Próby na rozerwanie

Próba №	Stan próby	Wytrzymałość w granicach: ciastości	doraźn. wytrzym.	Przewężenie w % %	Wydłużenie w % %
5	W stanie pierwotnym	29,9	40,1	61,3	17,5
6	Po odżarzeniu przy 950°	21,9	35,1	66,9	31,5
11	W stanie pierwotnym	31,4	39,5	61,5	14,5
12	Po odżarzeniu przy 950°	21,5	35,5	66,8	31,5

Próby na przetrącanie

Próba №	Stan próby	Odporność m kg cm²	Wygląd zewnętrzny pęknięcia
2	Po odżarzeniu przy 950°	27,7	niezłamano
3	W stanie pierwotnym	1,8	średnioziarnisty błyszcz
4	Po odżarzeniu przy 950°	25,3	żyłowate grub. kryszt. Fe
7	W stanie pierwotnym	2,2	średnioziarnisty błyszcz
8	Po odżarzeniu przy 950°	26,0	niezłamano
9	W stanie pierwotnym	2,0	średnioziarnisty błyszcz
10	Po odżarzeniu przy 950°	21,0	duże kryszt. trochę żył.
13	W stanie pierwotnym	3,5	średnioziarnisty błyszcz
14	Po odżarzeniu przy 950°	15,9	duże kryszt. trochę żył.
15	W stanie pierwotnym	2,7	średnioziarnisty błyszcz
16	Po odżarzeniu przy 950°	16,3	ziarno trochę żył

Analiza wzięta z próbki №1

C = 0,09 Mn = 0,42

P = 0,05 S = 0,027

Rys. 6

tów, wykazuje użyczona nam praca Nadinspektora Starcka (Witkowice) por. rys. 7.

Jest to wypadek, w którym walczak, dobijany był młotem do kieszeni, co spowodowało, że blacha następnie dała szereg pęknięć. Przy badaniach stwierdzono, że doraźna wytrzymałość na rozerwanie nie obniżyła się poniżej granic dopuszczalnych. jedynie tylko pogorszyła się ciągliwość.

Bardziej jaskrawe jednak rezultaty dały próby na przetrącenie, które wykazały zupełne zniszczenie materjału przez takie pasowanie.

Ponieważ u nas zaczyna się zjawiać coraz więcej kotłów tej konstrukcji należałoby zwrócić większą uwagę przy odbiorze nowych kotłów na te szczegóły, choćby to nawet wywoływało pewne zatargi z wytwórcami. *R. B.*

Z DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU TERMICZNEGO W BORYSŁAWIU.

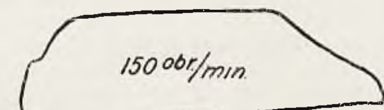
Instytut Termiczny w Borysławiu otwarty przez Stowarzyszenie Dozoru kotłów w Warszawie w dniu 1 kwietnia 1924 r. rozwijał w ubiegłym roku w dalszym ciągu swą działalność, przeprowadzając systematyczne badania gospodarki cieplnej i kotłowej w Zagłębiu Borysławskiem gdzie z jednej strony nieumiejętna obsługa i nieodpowiednia woda zasilająca obniżają często odparowanie w kotłach do 10 kg/m² godz., a z drugiej —niewłaściwie urządzone instalacje prowadzą do zbyt wielkiego zużycia pnry.

W celu dokształcenia palaczy Instytut Termiczny zorganizował w 1925 r. trzy kursy, na które uczęszczało 125 osób, w celu zaś polepszenia sprawności instalacji przeprowadził szereg badań termicznych.

Prace te dały wyniki pomyślne; przez nadanie bowiem odpowiedniej wielkości komorze paleniskowej zdołano podnieść w paleniskach jednopalnikowych wydajność do 16—18 kg/m²/godz. a więc zwiększyć wydajność prawie o 100%. W jednym z zakładów przemysłowych gdzie według wskazówek Instytutu Termicznego zainstalowano paleniska na opał gazowy, zmniejszono ilość czynnych kotłów o jeden, uzyskując rezerwę i oszczędność około 35%. W innym wypadku, gdy zakład przemysłowy po przejściu na opał gazowy nie mógł utrzymać ruchu, wskazówki Instytutu zapewniły odpowiednie warunki spalania i dały zakładowi nietylko możność ruchu lecz jeszcze poważne oszczędności na paliwie.

Dzięki zabiegom Instytutu Termicznego i łaskawej współpracy prof. Witkiewicza III Laboratorjum Maszynowe Politechniki Lwowskiej przeprowadziło w czasie feryj wakacyjnych następujące badania: 1) wpływu przedłużenia płomienicy w części paleniskowej na pracę kotła, 2) określenia strat zewnętrznych kotła i sposób ich zmniejszenia, 3) analizy spalin, 4) wpływ regulacji napełnień na pracę wyciągów parowych i badania możliwości szybkiej zmiany regulacji w czasie wyjazdu do góry.

Jak wielkie pole do pracy jest w Zagłębiu Borysławskiem w kierunku podniesienia sprawności maszyn wyciągowych, świadczą wykresy indykatorowe, bardzo często spotykane przy badaniach maszyn.

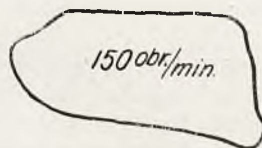


Bys. 1.

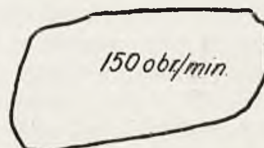
Wykres I (rys. 1) charakteryzuje pracę zaniedbanej maszyny parowej, pracującej z dużą przeciwprężnością wskutek wadliwie ułożonego przewodu wydmuchowego; wykresy II i III-ci (rys. 2 i 3) dają często spotykany obraz pracy maszyny parowej.

Niewłaściwe nastawienie rozrządu i często nieracjonalny wybór silnika narażają właścicieli na duże straty.

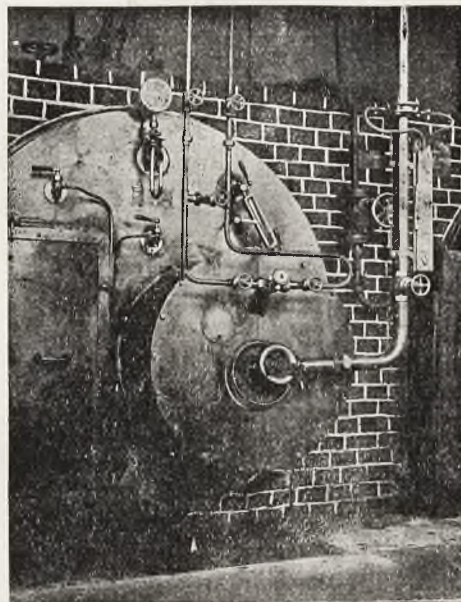
Instytut Termiczny przeprowadził szereg badań nad istniejącemi metodami oznaczania wartości opałowej gazu ziemnego, przyczem stwierdzono: 1) niedokładności wskazań kalorymetru „Union", a to z powodu niecałkowitego spalania w nim gazów; 2) zamałe ilości kondensatu przy oznaczaniu wartości opałowej gazu za pomocą kalorymetru Junkers'a, co wskazywałoby na częściowe niespalanie gazu, względnie samego wodoru; 3) jednakowe wyniki przy oznaczaniu kalorymetrem Junkers'a wartości opałowej poszczególnych próbek tego samego gazu i odwrotnie, bardzo zmienne przy użyciu kalorymetru „Union", 4) że wyniki otrzymane za pomocą kalorymetru Junkers'a i oznaczone na podstawie wykresu „Dominika" są do siebie zbliżone, przyczem



Bys. 2.



Bys. 3.



Bys. 4.

„Junkers" daje wartości od 3% do 2%, niższe na 1 m gazu (ciężar gazu określono zapomocą aparatu Schiklinga).

Badaniom poddano manometry Krell'a, używane do pomiarów ilości gazu. Okazało się, że niemal wszystkie dają fałszywe wyniki i że różnica ciśnień w słupku wody dochodzi do 20% a czasem więcej, co pociąga różnicę w ilości gazu do 10%. Cechowanie manometrów Krella'a powinno być jaknajszybciej przeprowadzone.

Stwierdzono, że ustawienie dysz pomiarowych przed palnikami gazowemi bardzo ułatwia pracę palaczowi i dlatego zaleca się je tam, gdzie gaz przechodzi bez zanieczyszczenia powietrzem. Sposób ustawienia uwidocznia załączona fotografja (rys. 4).

KRONIKA TECHNICZNA.

STATYSTYKA PALENISK NA PYŁ WĘGLOWY W NIEMCZECH.

W zeszycie 8 czasopisma „Archiv für Warmewirtschaft" znajdujemy statystykę palenisk na pył węglowy, zestawioną przez Wydział Pyłu Węglowego przy Radzie Węglowej Rzeszy Niemieckiej (Kohlenstaubusschuss des Reichskohlenrates) na podstawie raportów urzędowych z pierwszego kwartału 1926 r.

Jest to statystyka tymczasowa, gdyż okazała się konieczność wyjaśnień dodatkowych, jednak ostateczne zestawienie jakoby ma niewiele od niej odbiegać.

Statystyka zaopatrzona jest w dwie tablice; obie obejmują instalacje istniejące i będące w budowie. Pierwsza, zestawiona według okręgów, obejmuje: ilość zakładów, ilość pieców, kotłów, powierzchnię ogrzewalną kotłów, ilość ogólną pieców i kotłów, zapotrzebowanie pyłu węglowego w tonach w ciągu roku.

Tablica wykazuje znaczny wzrost powierzchni ogrzewalnej kotłowni, opalanych pyłem węglowym; istniejące kotłownie liczą 40387 m. kw. przy 168 kotłach[1] — a w budowie jest 79695 m. kw. pow. ogrzew. przy 145 kotłach, czyli ilość budowanych wynosi 200% istniejących powierzchni ogrzewalnych. Przeciętna więc powierzchnia ogrzewalna dla istniejących instalacyj wynosi około 240 m. kw., dla będących w budowie — 550 m. kw., co wskazuje na dążenie do opalania pyłem węglowym dużych jednostek kotłowych, na których sprawności korzyści opalania pyłem węglowym silniej się uwidoczniają.

Pieców opalanych pyłem węglowym Niemcy posiadają 403, w budowie zaś 44· roczne zapotrzebowanie pyłu węglowego w tonach dla istniejących instalacyj wyraża się cyfrą 2.260.910 t, dla będących w budowie 1.449.650 t.

Tablica wskazuje na znaczną ilość palenisk na pył węglowy w zachodnich Niemczech, natomiast na Śląsku, jak powiada „Archiv für Warmewirtschaft" należało się spodziewać, stosownie do znaczenia przemysłowego tego obwodu, większego rozwoju.

Tablica nie bejmuje instalacyj unieruchomionych w ilości 28 o rocznem zapotrzebowaniu pyłu 80.000 t.; w tem unieruchomionych wskutek zniszczenia komór paleniskowych ma być znikomo mała ilość.

Tablicę drugą (II), zawierającą podział instalacyj na pył węglowy według gałęzi przemysłu, podajemy w całości.

Widzimy z niej, że największym spożywcą pyłu węglowego jest przemysł cementowy dalej kotły parowe, a następnie piece w przemyśle hutniczo-stalowym.

W dziale instalacyj nowobudowanych, duża część powierzchni ogrzewalnej i spożycia pyłu przypada na siłownię w Rummelsburgu. Dalej statystyka wykazała, że stosowanie opalania pyłem nie ograniczyło się do kotłów wodnorurkowych, lecz że również wyposaża się w nie kotły jedno i dwupłomienicowe.

Jeśli rozpowszechnienie się opalania pyłem węglowym w Niemczech będziemy mierzyli stosunkiem spożycia do całkowitego wydobycia węgla, to stosunek ten okaże się nieduży, gdyż niewiele większy od 2%. W każdym razie już dziś można powiedzieć, że pomimo ciężkiego położenia gospodarczego stosowanie opalania pyłem węglowym wykazuje silny rozwój.

[1]) Dla orjentacji podajemy, że u nas w Zagłębiu Dąbrowskiem w ubiegłym roku sprawozdawczym były czynne dwie instalacje kotłowe opalane pyłemwęglowym, o łącznej powierzchni ogrzewalnej 459 m. kw.

Zużycie pyłu węglowego w różnych gałęziach przemysłu.

GAŁĘŹ PRZEMYSŁU	W RUCHU									W BUDOWIE								
	Piece przemysłowe				Kotłownie					Piece przemysłowe				Kotłownie				
	Ilość zakład. przemysłow.	Ilość pieców	Zapotrzebowanie pyłu węglowego: węgiel brun. t/rok	Zapotrzebowanie pyłu węglowego: węgiel kam. t/rok	Ilość zakład. przemysłow.	Ilość kotłów	Powierzchn. ogrz. m²	Zapotrzebow. pyłu węglow.: węgiel brun. t/rok	Zapotrzebow. pyłu węglow.: węgiel kam. t/rok	Ilość zakład. przemysłow.	Ilość pieców	Zapotrzebow. pyłu węglow.: węgiel brun. t/rok	Zapotrzebow. pyłu węglow.: węgiel kam. t/rok	Ilość zakład. przemysłow.	Ilość kotłów	Powierzchn. ogrz. m²	Zapotrzebowanie pyłu węglowego: węgiel brun. t/rok.	Zapotrzebowanie pyłu węglowego: węgiel kam. t/rok
Górnictwo . . .	2	2	4.680	—	26	92	14.215	48.400	200.210	1	1	50	—	26	81	25.403	9.500	484.570
Hutnictwo i stalow.	48	139	82.200	141.260	9	15	2.688	9.100	22.100	14	27	11.250	21.590	3	4	1.800		2.000
Metalowy. . . .	6	23	6.250	6.175	2	4	2.045	—	16.200	4	5	9.000	500	—	—	—	—	—
Budowa Maszyn .	16	37	19.360	6.990	8	10	1.971	9.300	11.690	1	1	1.000	—	—	—	—	—	—
Cementowy . . .	55	180	10.000	1.348.050	2	4	2.118	—	42.800	5	8	—	37.200	2	2	700	—	21.000
Chemiczny . . .	4	20	19.200	36.000	3	4	1.125	300	2.700	2	2	5.000	500	4	7	3.395	28.000	27.440
Tekstyl. i Papiern.	1	1	600	—	6	11	4.086	27.000	80.245	—	—	—	—	4	6	2.521	5.000	59.000
Siłownie	—	—	—	—	13	27	12.039	12.000	94.500	—	—	—	—	14	44	45.802	49.150	675.900
Różne	1	1	600	—	1	1	100	—	3.000	—	—	—	—	1	1	74	2.000	—
Razem . .	133	403	142.890	1.538.475	70	168	40.387	106.100	473.445	27	44	26.300	59.790	54	145	79.695	93.650	1.269.910

STAN NIEMIECKIEGO PRZEMYSŁU KOTŁOWEGO W CYFRACH.

Na 3-iem walnem zebraniu Zjednoczenia niemieckiego przemysłu kotłowego i przyrządów parowych (V. D. D. A.) w dn. 10—12 maja r. b. w Harzburgu omawiany był stan tego przemysłu. Niektóre dane statystyczne są bardzo znamienne [1]).

W porównaniu z r. 1913 ogólna waga obstalowanych w r. 1925 blach kotłowych wyniosła zaledwie 33%, kotłów wielowodnych—tylko 35%, ogólnej powierzchni ogrzewalnej w m²—45%. Nawet w stosunku do r. 1921 ilość sprzedanej powierzchni ogrzewalnej i rusztu kotłów i palenisk stanowiła w ‰ zaledwie:

Kotłów wodnorurkowych 64%
Palenisk 55%
Gładkich żelaznych lanych podgrzewaczy 35%

Na zmniejszenie to wpłynęło częściowo zastosowanie w elektrowniach dużych silników Diesela (np. na 12000 kW. w elektrowni Hamburskiej) i sił wodnych.

Przed wojną korzystano z sił wodnych w rozmiarach, odpowiadających półmiljonowi ton węgla, gdy w czasach nowszych, zwłaszcza w Bawarji i Badenji liczba ta dorównywa już 2,3 miljonów ton węgla.

Lepsza gospodarka cieplna zaoszczędza w samem zagłębiu Ruhry 6,8 miljona ton.

[1]) Archiv. f. Wärmewirtschaft Nr 8, 1926.

Przewrót poniekąd w budowie kotłów wodnorurkowych *ze zmniejszeniem robót kotlarskich i maszynowych*, wywołało zastosowanie pary *wysokiej prężności* oraz budowa dużych jednostek kotłowych z palnikami na pył węglowy. Od końca wojny znacznie wzrosło zapotrzebowanie na kotły wodnorurkowe, ilość zaś fabryk takich kotłów z 25 do 40. Statystyka zjednoczenia elektrowni podaje, że w r. 1924 elektrownie posiadały w 243 miastach 2213 kotłów wodnorurkowych o 2 miljonach m² powierzchni ogrzewalnej kotłów i przegrzewaczy. Na jeden zatem kocioł przypadało przeciętnie 440 m²; zaledwie 2,4% ogólnej powierzchni ogrzewalnej przeznaczone było na ciśnienie ponad 20 at. Według statystyki Związku właścicieli kotłów wodnorurkowych w latach 1922 do 1924 z całego obstalunku okrągło 20% koncesjonowanych było na prężność powyżej 20 at.

W r. 1925 odsetek taki wzrosł do 65%. Połowa z tego, a więc około 1/3 wszystkich kotłów obstalowano na prężność 30 at i więcej. Ogółem w okresie zjazdu znajdowało się w Niemczech w budowie i ruchu około 200 kotłów o łącznej powierzchkotłowej i przegrzewaczowej 140000 m² na ciśnienie powyżej 26 at, z tego 125 kotłów z pow. 100000 m² na ciśnienie powyżej 3°- at. Średnio zatem łączna wielkość pow. ogrzew. kotła i przegrze0 wacza wzrosła z poprzedniej 440 m² do 630 m² a od połowy 1925 r. obstalowywane kotły posiadają po 1000 m² pow. ogrzew. średnio, a wśród nich znajdują się kotły o 1500 do 2000 m² pow. ogrzew. wodnej, zaś łącznie z przegrzewaczem 2500 do 3000 m².

ROZPORZĄDZENIA WŁADZ.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA PRZEMYSŁU I HANDLU

z dnia 29 września 1926 r.

wydane w porozumieniu z Ministrem Skarbu i Ministrem Spraw Wewnętrznych w sprawie zmiany par. 7-go rozporządzenia Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 2 grudnia 1921 r. o wysokości i porządku pobierania opłat za dozór kotłów.

Na mocy art. 4 i 7 ustawy o nadzorze nad kotłami parowemi z dnia 31 maja 1921 r. (Dz. U. R. P. Nr 50, poz. 303) zarządza się co następuje:

§ I. Paragraf 7 rozporządzenia Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 2 grudnia 1921 r. wydanego w porozumieniu z Ministrem Skarbu i Ministrem Spraw Wewnętrznych o wysokości i porządku pobierania opłat za dozór kotłów (Dz. U. R. P., Nr 103, poz. 746) otrzymuje następujące brzmienie:

„Opłatę wnosi się w ciągu dwuch miesięcy od dnia doręczenia wezwania do kasy w wezwaniu wymienionej. Opłaty niewniesione we wskazanych terminach będą ściągane drogą administracyjną za pośrednictwem organów gminnych z doliczeniem na rzecz Stowarzyszenia Dozoru Kotłów kary za zwłokę w wysokości 4% za każdy miesiąc zwłoki, licząc część miesiąca ponad dni 15 za cały miesiąc. Na pokrycie kosztów przymusowego ściągnięcia urzędy gminne pobierają na rzecz swoją od płatnika 5% od sumy zaległej, jednak nie mniej jak 5 złotych, z doliczeniem rzeczywiście poniesionych koniecznych kosztów tego ściągnięcia".

§ 2. Rozporządzenie niniejsze wchodzi w życie z dniem ogłoszenia.

Minister Przemysłu i Handlu (—) *E. Kwiatkowski.*
Minister Skarbu: (—) *C. Klarner.*
Minister Spraw Wewnętrznych: (—) *Młodzianowski.*

(Dz. U. R. P., Nr 101, poz. 588).

KURSY DLA PALACZÓW KOTŁOWYCH.

STOW. DOZORU KOTŁÓW PAROWYCH W WARSZAWIE.

KURSY W KOP. KAZIMIERZ (NIEMCE).

Zgodnie z życzeniem Warszawskiego Towarzystwa Kopalń Węgla i Zakładów Przemysłowych, Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie zorganizowało dwutygodniowe wykłady dla palaczów w kopalni Kazimierz. Wykłady rozpoczęte w dn. 4. V r.b. trwały do 20. V. włącznie, poczem w dn. 21. V. r.b. przystąpiono do egzaminów, które odbyły się w kotłowni kopalni Kazimierz III. Ze względu na liczbę i na różny czas pracy palaczów, urządzono dwa równoległe kursy: *pierwszy od godziny 9 do 11 rano* z udziałem 66 słuchaczów *i drugi od godziny 5 do 7 po południu* z udziałem 68 słuchaczów.

Wykłady ilustrowane przezroczami uzupełniono zajęciami praktycznemi i zapoznaniem słuchaczów z różnemi ustrojami kotłów w kotłowniach kopalń i zakładów przemysłowych Warszawskiego Towarzystwa K. W. i Z. P..

Do egzaminów stawiło się 132 słuchaczów (dwuch nie stawiło się z powodu choroby) z liczby których 4—ch zakwalifikowano do powtórnego egzaminu, pozostali zdali egzaminy:

1) *z wynikiem bardzo dobrym:* 1) Bałdys Władysław, 2) Konieczny Marcin, 3) Kopernik Teofil, 4) Kuzia Józef, 5) Łada Jan, 6) Paszkowski Roman, 7) Stobierski Stanisław, 8) Babisz Józef, 9) Jurgaś Piotr, 10) Keljan Zygmunt, 11) Kozioł Juljan, 12) Kurpas Antoni, 13) Łyczba Aleksander, 14) Major Stanisław, 15) Ormianin Stanisław, 16) Patała Józef, 17) Piatenko Sergiusz, 18) Przeniosło Władysław, 19) Radziwolski Stanisław, 20) Rak Tomasz, 21) Rogusz Stefan, 22) Sewera Rudolf, 23) Żyłka Stanisław.

2) *z wynikiem dobrym:* 1) Bubak Wawrzyniec, 2) Deńca Andrzej, 3) Góral Stefan, 4) Górecki Józef, 5) Jelonek Józef, 6) Kapusta Bolesław, 7) Karczmarczyk Józef, 8) Knap Stefan, 9) Koiczyk Jan, 10) Lipiński Roman, 11) Lipiński Stefan, 12) Lubaszka Leon, 13) Lupa Józef, 14) Milka Edward, 15) Patoła Stanisław, 16) Paw Jan, 17) Rosół Jan, 18) Ścieżko Antoni, 19) Solipiwko Stefan, 20) Szczepanik Wawrzyniec, 21) Szygulski Ludwik, 22) Tajchman Paweł, 23) Tomczyk Antoni, 24) Wiewiórowski Paweł, 25) Więckowski Bolesław, 26) Wójcik Florjan, 27) Zawalski Franciszek, 28) Zieliński Aleksander, 29) Balas Wiktor, 30) Bednarek Antoni, 31) Bołdys Stanisław, 32) Byczek Józef, 33) Dziedzic Władysław, 34) Fulbiszewski Stanisław, 35) Galot Józef, 36) Gawroński Franciszek, 37) Grodzicki Franciszek, 38) Jurczyk Kajetan, 39) Kawalec Adam, 40) Kozioł Stanisław, 41) Kucharek Władysław, 42) Kunowski Stanisław, 43) Kwieciński Maciej, 44) Leksowski Stefan, 45) Palacz Józef, 46) Piskorz Kazimierz, 47) Torbus Stefan, 48) Woźniak Mieczysław, 49) Żabicki Michał, 50) Żuwała Izydor.

3) *z wynikiem dostatecznym:* 1) Borciach Antoni, 2) Cebrzyński Świętosław, 3) Cholewa Franciszek, 4) Federowicz Ludwik, 5) Gonkiewicz Juljan, 6) Hendlik Franciszek, 7) Jakóbczyk Józef, 8) Jasiński Mikołaj, 9) Karczmarczyk Wicenty, 10) Kierzkowski Jan, 11) Konieczko Antoni, 12) Kasprzyk Wicenty, 13) Koterwa Józef, 14) Kubik Marcin, 15) Kurach Kazimierz, 16) Milner Fran-

ciszek, 17) Nowacki Piotr, 18) Oruba Mikołaj, 19) Sąkol Franciszek, 20) Staroń Józef, 21) Szewczyk Franciszek, 22) Szopa Antoni, 23) Szymanek Wojciech, 24) Talik Jan, 25) Więckowicz Jan, 26) Szlosar Edward, 27) Walas Andrzej, 28) Zając Jan, 29) Batorski Stanisław, 30) Chyb Stefan, 31) Czaiński Antoni, 32) Dziuba Józef, 33) Gaj Piotr, 34) Godlewski Władysław, 35) Hajkiewicz Walerjan, 36) Hejlak Teofil, 37) Herman Stanisław, 38) Jasica Feliks, 39) Kaczmarczyk Roman, 40) Kieliszek Jan, 41) Koziorowski Piotr, 42) Kubasik Rudolf, 43) Matuszczyk Józef, 44) Nowak Stanisław, 45) Przeniosło Jan, 46) Ręczkowski Stefan, 47) Rejdych Rózef, 48) Rolka Michał, 49) Suda Adam, 50) Stamburski Władysław, 51) Toborek Ludwik, 52) Warwas Józef, 53) Wieczorek Franciszek, 54) Wiktor Jan, 55) Zawada Juljan.

2. KURSY W KOPALNI JERZY (NIWKA).

Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie zorganizowało dwutygodniowe wykłady dla palaczów kotłowych w kopalni Jerzy, na które zgłosiło się 73 słuchaczów, zatrudnionych w okolicznych kopalniach i zakładach przemysłowych. Wykłady rozpoczęte w d. 22 czerwca 1926 r. trwały do d. 2 lipca włącznie—codziennie od 6-ej do 8-ej wieczór, poczem w dniu 3 lipca r. b. przystąpiono do egzaminów, które odbyły się w kotłowni kopalni Modrzejów. Wykłady, ilustrowane przezroczami, uzupełniono zajęciami praktycznemi w kotłowni i zapoznaniem słuchaczów z nowoczesnemi ustrojami kotłów, do czego znakomicie posłużyły montowane właśnie w tym czasie, nowe kotły w kopalni Modrzejów.

Do egzaminów stawiło się 69 słuchaczów (5 nie stawiło się z przyczyn niewiadomych), z liczby których 3-ch zakwalifikowano do powtórnego egzaminu, pozostali zdali egzaminy:

1) *z wynikiem bardzo dobrym*: 1) Czernik Antoni, 2) Otorowski Władysław, 3) Pronobis Franciszek, 4) Wojciechowski Franciszek.

2) *z wynikiem dobrym*: 1) Baldy Stanisław, 2) Broda Bernard, 3) D atwiński Edward, 4) Garmulewicz Anzelm, 5) Goniewicz Walenty, 6) Kalarus Antoni, 7) Kędzierski Tadeusz, 8) Kurek Andrzej, 9) Łykowski Karol, 10) Marchewka Wincenty, 11) Łagodziński Kazimierz, 12) Pieczko Stanisław, 13) Poruba Rudolf, 14) Rozwadowski Włodzimierz, 15) Siński Antoni, 16) Starucha Piotr 17) Szewczyk Józef, 18) Szwenk Antoni, 19) Tauzowski Edmund, 20) Wiatrek Wacław, 21) Wieczorek Jan, 22) Wirtek Alojzy, 23) Wcjnarowski Stefan, 24) Wolf Herman, 25) Wolf Stefan, 26) Zębala Jan.

3) *z wynikiem dostatecznym:* 1) Duda Stefan, 2) Harazim Ignacy, 3) Kobziński Ignacy, 4) Kolasa Stanisław, 5) Karczewski Mieczysław, 6) Koszowski Jan, 7) Krawczyk Jan, 8) Kurc Dominik, 9) Kwapisz Andrzej, 10) Lisowski Słanisław, 11) Magdziarz Antoni, 12) Majcherczyk Karol, 13) Należniak Bolesław, 14) Niedźwiedź Andrzej, 15) Nowak Piotr, 16) Paliga Józef, 17) Pałasiński Leon, 18) Romzia Władysław, 19) Siemiński Karol, 20) Styczeń Józef, 21) Sumiga Grzegorz, 22) Szmyła Antoni, 23) Szmatoła Stefan, 24) Szymonek Kazimierz, 25) Telenga Franciszek, 26) Waluga Antoni, 27) Wanik Władysław, 28) Werner Grzegorz, 29) Wesołowski Ludwik, Witkowski Jan, 31) Wojtania Jan, 32) Wójcik Franciszek, 33) Zębala Franciszek, 34) Grochowina Michał, 35) Majorek Franciszek.

SPROSTOWANIE.

W № 10 *Techniki Cieplnej*, rocznik 1926, na str. 125, w „Rozporządzeniach Władz" w okólniku za N.P.A. 2213 w 20-ym wierszu od dołu (prawa szpalta) wydrukowano: „przy obliczeniowej wytrzymałości materjału k = 36 kg/mm²" winno być „przy obliczeniowej wytrzymałości materjału K = 36 kg/mm²".



